ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI
DI ELETTRONICA - RADIO - CB - 27 MHz

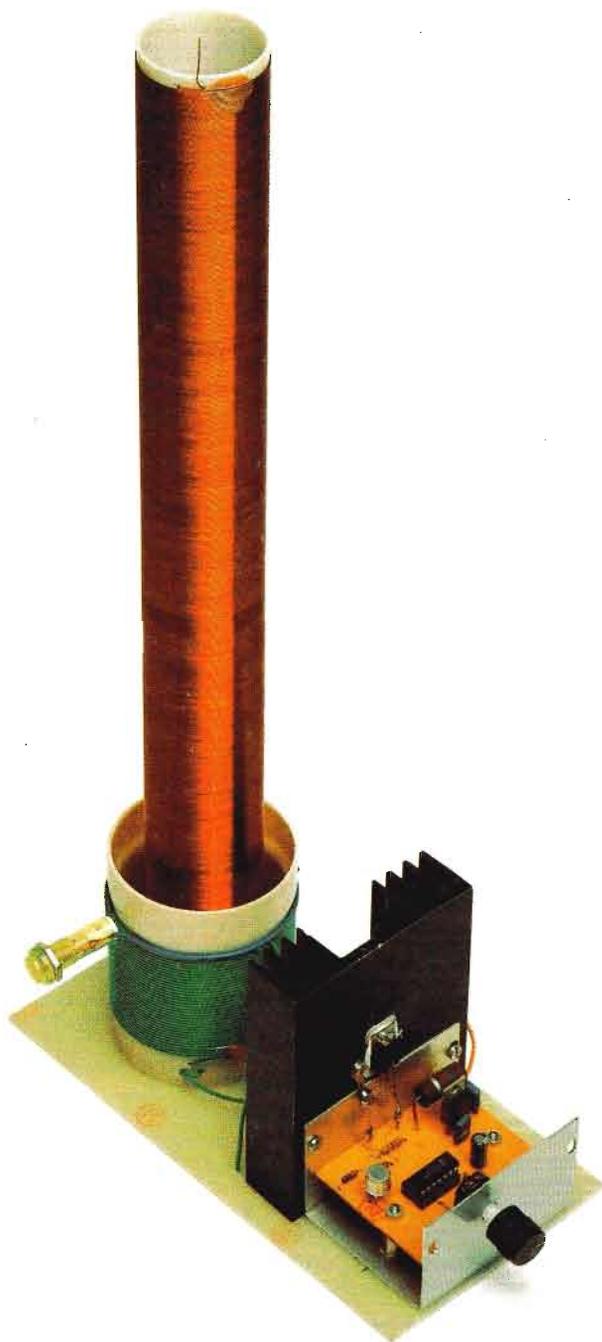
PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3°/70 - ANNO XX - N. 6 - GIUGNO 1991
ED. ELETTRONICA PRATICA - VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO - TEL. 02/6697945

L. 5.000

PRIMI PASSI

RESISTENZE VARIABILI CON LA LUCE

NUOVI EFFETTI SONORI CON LA CHITARRA

ESPERIMENTO TESLA

STRUMENTI DI MISURA

MULTIMETRO DIGITALE

MOD. TS 280 D - L. 132.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate - Visualizzatore cristallo liquido a 3½ cifre altezza mm 12,5 montato su elastomeri - Integrati montati su zoccoli professionali - Batteria 9 V - Autonomia 1000 ore per il tipo zinco carbone, 2000 ore per la batteria alcalina - Indicatore automatico di batteria scarica quando rimane una autonomia inferiore al 10% - Fusibile di protezione - Bassa portata ohmmetrica (20 Ω) - 10 A misura diretta in D.C. e A.C. - Cicalino per la misura della continuità e prova diodi - Boccole antinfortunistiche - Dimensione mm 170 x 87 x 42 - Peso Kg 0,343

PORTATE

VOLT D.C	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 750 V
OHM	=	20 Ω - 200 Ω - 2 KΩ - 20 KΩ - 200 KΩ - 2 MΩ - 20 MΩ
AMP. D. C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A
AMP. A.C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e distinta dei componenti - Puntali antinfortunistici - Coccodrilli isolati da avvitare sui puntali.

TESTER ANALOGICO

MOD. TS 260 - L. 62.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate

Sensibilità	:	20.000 Ω/V D.C. - 4.000 Ω/V A.C.
Dimensioni	:	mm 103 x 103 x 38
Peso	:	Kg 0,250
Scala	:	mm 95
Pile	:	2 elementi da 1,5 V

2 Fusibili
Spinotti speciali contro le errate inserzioni

PORTATE

VOLT D.C	=	100 m V - 0,5 V - 2 V - 5 V - 20 V - 50 V - 100 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	2,5 V - 10 V - 25 V - 100 V - 250 V - 500 V - 1000 V
OHM	=	Ω x 1 - Ω x 10 - Ω x 100 - Ω x 1000
AMP. D.C.	=	50 μA - 500 μA - 5 mA - 50 mA - 0,5 A - 5 A
AMP. A.C.	=	250 μA - 1,5 mA - 15 mA - 150 mA - 1,5 A - 10 A
CAPACITÀ	=	0 ÷ 50 μF - 0 ÷ 500 μF (con batteria interna)
dB	=	22 dB - 30 dB - 42 dB - 50 dB - 56 dB- 62 dB

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e parti accessorie - Puntali

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

PRENOTATELO FIN D'ORA

Anche quest'anno, per i due mesi delle vacanze estive, l'editrice di Elettronica Pratica ha programmato l'uscita di un numero unico, speciale, che nell'interesse di ogni lettore merita d'essere prenotato fin d'ora, presso i vari punti di rivendita in cui si è abituali clienti. Per non essere poi scoraggiati da inutili tentativi di ricerca in quelle edicole dove la rivista è già scomparsa, o per la straordinarietà dell'evento, oppure a causa della quantità limitata di copie diffuse che, come è facile prevedere, subiranno presto un rapido esaurimento. Perché il fascicolo di luglio-agosto, del prossimo periodo editoriale, non si identifica con il solito opuscolo mensile, approntato in conformità dei canoni di composizione ben noti, ma con un vero e proprio volumetto tecnico, in cui viene presentata una lunga serie di progetti di strumenti autocostruibili, quali la "memoria per voltmetro", il "provacircuiti audiovisivo", il "termometro da laboratorio", il "millivoltmetro", il "generatore BF", "l'impedenzimetro", il "frequenzimetro" ed altri ancora, tutti assolutamente inediti e necessari all'elettronico dilettante, ma che consentono un notevole risparmio di denaro nell'allestimento del proprio laboratorio.

NORME DI ABBONAMENTO

Quote valevoli per tutto il 1991

PER L'ITALIA L. 50.000

PER L'ESTERO L. 60.000

La durata dell'abbonamento è annuale, con decorrenza da qualsiasi mese.

Per sottoscrivere un nuovo abbonamento, o rinnovare quello scaduto, basta inviare l'importo a:

ELETTRONICA PRATICA

VIA ZURETTI, 52 - 20125 MILANO

servendosi di vaglia postale, assegno bancario o circolare, oppure tramite c.c.p. N. 916205. Si prega di scrivere con la massima chiarezza, possibilmente in stampatello, citando con grande precisione: cognome, nome, indirizzo e data di decorrenza dell'abbonamento.

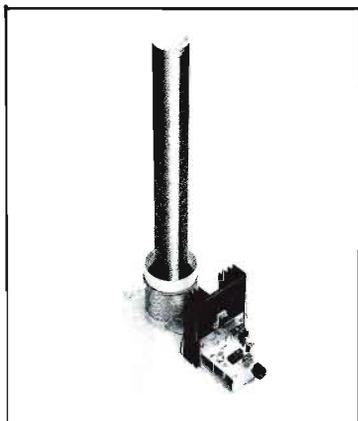
ABBONARSI: significa acquisire il diritto a ricevere in casa propria, tramite i servizi postali di Stato, tutti i fascicoli mensili editi nel corso dell'anno.

ABBONARSI: vuol dire risparmiare sulla corrispondente spesa d'acquisto del periodico in edicola. Soprattutto perché si blocca il prezzo iniziale di copertina nel tempo di dodici mesi.

È possibile sottoscrivere l'abbonamento o rinnovare quello scaduto direttamente presso la nostra sede:

ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - TEL. 6697945

ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE DI ELETTRONICA - ANNO 20 - N. 6 GIUGNO 1991

IN COPERTINA - Viene riprodotto il prototipo, costruito e collaudato nei laboratori di progettazione di questo periodico, del famosissimo trasformatore di Tesla. Che rappresenta una tappa d'obbligo nello studio dell'elettrotecnica e con il quale il lettore può realizzare una lunga serie di interessanti esperimenti.

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

disegno tecnico
CORRADO EUGENIO

stampa
TIMEC
ALBAIRATE - MILANO

Distributore esclusivo per l'Italia:
A.&G. Marco - Via Fortezza n. 27 - 20126 Milano tel. 25261 autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-12-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

UNA COPIA L. 5.000

ARRETRATO L. 5.000

I FASCICOLI ARRETRATI DEBBONO ESSERE RICHIESTI ESCLUSIVAMENTE A:
ELETTRONICA PRATICA
Via Zuretti, 52 - 20125 MILANO

DIREZIONE - AMMINISTRAZIONE - PUBBLICITÀ - VIA ZURETTI 52 - 20125 MILANO

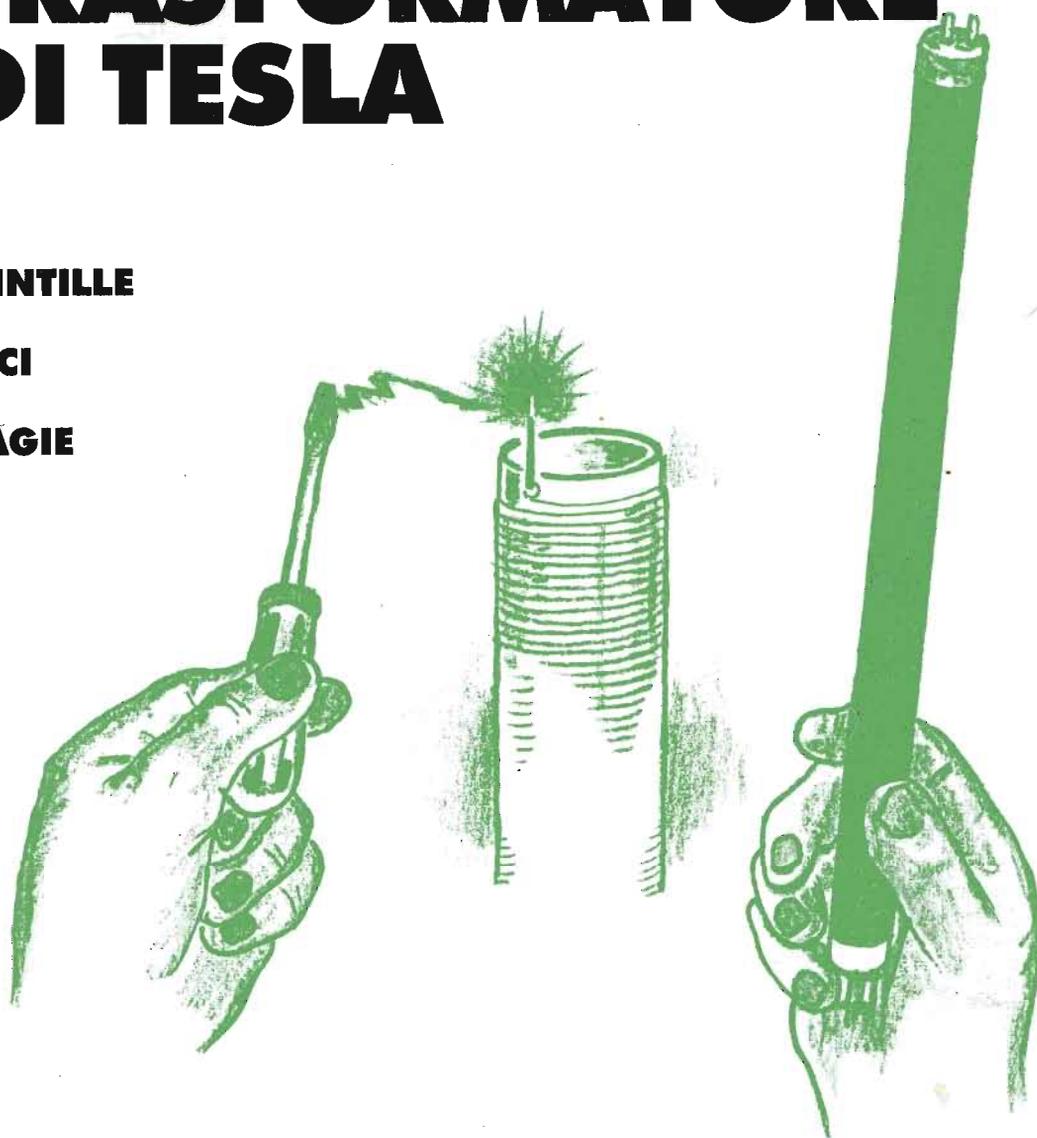
Sommario

20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52 - Telefono (02) 6697945

TRASFORMATORE DI TESLA

SCINTILLE

LUCI

MAGIE

Apriamo, questo fascicolo di giugno della rivista, su una delle pagine più classiche della didattica, che tutti gli allievi di elettronica leggono o hanno già letto con grande interesse, rimanendone affascinati. Perché con la bobina di Tesla si possono realizzare certi esperimenti che meravigliano gli operatori e lasciano attoniti i profani. Al punto che, talune prove, facilmente ripetibili senza alcun pericolo per l'incolumità personale, vengono spesso presentate, nelle fiere e sui mercati, allo scopo di esercitare un richiamo irresistibile sul pubblico. Ma sulla qualità ed il carattere dei pratici esercizi, attuabili con questo famoso trasformatore, avremo occasione di soffermarci più avanti, dovendo ora anticipare una breve e sintetica traccia del profilo scientifico dell'autore, il cui nome identifica questa e molte altre invenzioni.
Nicola Tesla, nato in Croazia nel 1856 e quindi di origine slava, è stato il primo uomo ad inventare il sistema per generare le altissime tensioni, per esempio quelle che oggi sono sotto gli occhi di tutti e che servono a produrre le scintille nelle candele dei motori a scoppio. I suoi studi li fece in Austria, poi, dopo aver inventato a Budapest il ripetitore telefonico, nel 1884 si tra-

È un generatore di altissima tensione ad elevata frequenza.

Produce effetti strani, quasi stupefacenti.

Non vi è nulla di tanto affascinante ed istruttivo, per gli appassionati di elettronica, quanto il trasformatore di Tesla. Con il quale si realizza un gran numero di esperimenti, non ottenibili con qualsiasi altro dispositivo.

sferì negli Stati Uniti d'America, dove realizzò quel glorioso trasformatore che, alimentato dalla scarica di un condensatore, erogava tensioni assai elevate, dell'ordine dei dodici milioni e mezzo di volt, stabilendo in tal modo un record che è durato fino ai giorni nostri.
Nel 1899, a Colorado Springs, l'ingegnere elettrotecnico Tesla riuscì a dimostrare che era possibile trasmettere, attorno al mondo, potenza elettrica ed informazioni, ponendo così le basi per quell'esperimento con cui, tre anni dopo, Guglielmo Marconi inviò la lettera "S" del codice Morse al di là dell'oceano Atlantico. Successivamente, ottenuti i brevetti per tutte le sue invenzioni, li cedette a G. Westinghouse, che li utilizzò per la costruzione delle macchine delle centrali elettriche americane. Poi Tesla proseguì i suoi studi sulle trasmissioni senza fili, lasciando ai posteri una lunga serie di scoperte. Per esempio, alcune osservazioni sulla formazione di bolle di plasma, provocate dalle scariche di tensioni elevatissime, sono state riprese ed approfondite in tempi recenti e rappresentano tuttora l'avvìo di importanti ricerche nel settore della fusione termonucleare, che è la maggiore candidata alla fornitura di energia inesau-

Fig. 1 - Progetto completo del dispositivo di Tesla descritto nel testo. La resistenza simboleggiata in corrispondenza dei morsetti di alimentazione, va inserita soltanto quando la VCC è di valore superiore ai 18 Vcc. Le linee tratteggiate delimitano la sezione circuitale che si identifica con il modulo elettronico.

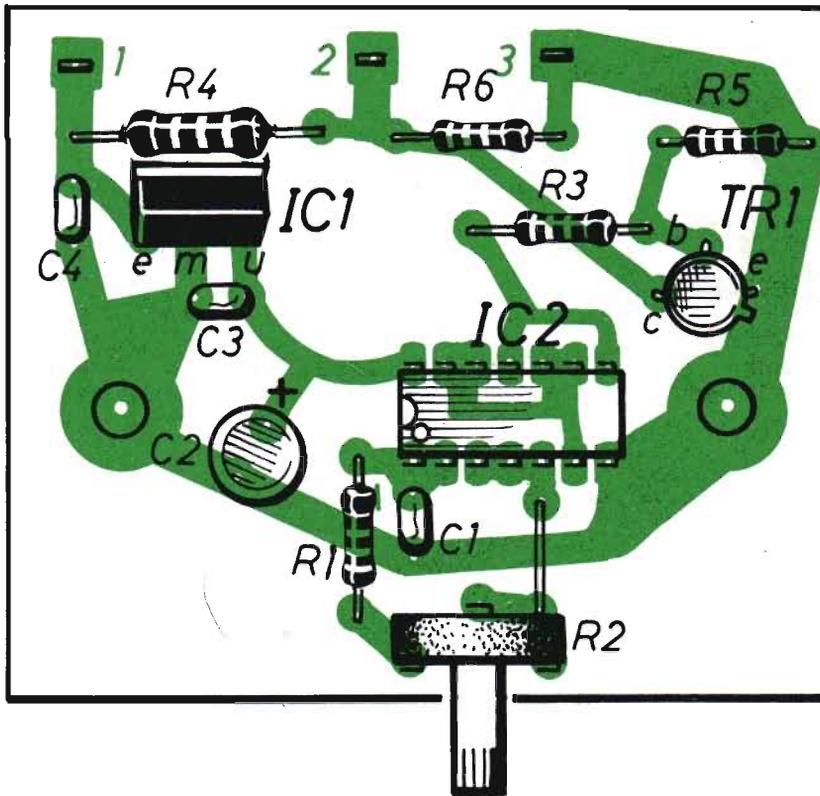



Fig. 2 - Il modulo elettronico del trasformatore, qui riprodotto, deve essere montato su una basetta supporto di materiale isolante con circuito stampato. L'integrato IC2 va applicato tramite apposito zoccoletto a quattordici piedini.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 560 pF (NPO)
C2 = 47 μF - 16 Vl (elettrolitico)
C3 = 100.000 pF (ceramico)
C4 = 100.000 pF (ceramico)
C5 = 100 pF (a mica)
C6 = 100.000 pF (NPO)
C7 = 100.000 pF (NPO)
C8 = 10.000 pF (NPO)
C9 = 220 μF - 36 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 560 ohm - 1/4 W
R2 = 1.000 ohm (potenz. lin.)
R3 = 1.800 ohm - 1/4 W
R4 = 150 ohm - 2 W
R5 = 5.600 ohm - 1/4 W
R6 = 220 ohm - 1/2 W

Varie

IC1 = 7805
IC2 = 74LS132
TR1 = 2N3866
MF1 = IRF532
LN = NEON (con resist. incorp.)
L1 - L2 - L3 = bobine (vedi testo)
VCC = 14 Vcc ÷ 18 Vcc

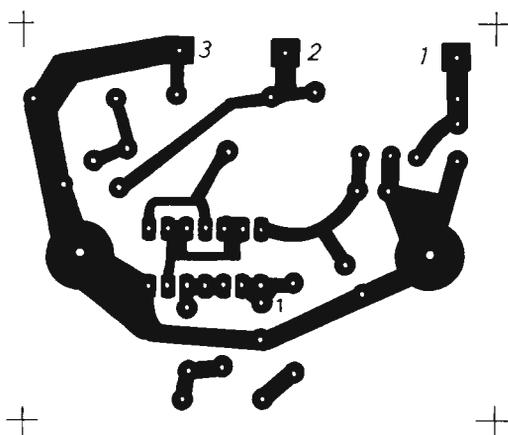



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato da riprodurre su una delle due facce di una basetta di materiale isolante delle dimensioni di 6,4 cm x 5,3 cm.

ribile e pulita all'intera umanità.
Per concludere, ricordiamo che, in onore dell'uomo di scienza Tesla, viene così chiamata (T) l'unità di misura dell'induzione magnetica.

IL PROGETTO

Quello che presentiamo in queste pagine non è un modello di trasformatore identico all'originale ideato da Tesla ed ormai relegato alla storia della elettrotecnica. Perché nel primitivo apparecchio, l'oscillatore impiegato era quello classico, di vecchio tipo, non più attualmente riproducibile. Dato che oggi non esistono più le bottiglie di Leyda, gli isolatori a paraffina e guttaperca ed altri antiquati componenti. Ma i risultati sono sempre gli stessi: dalla parte superiore di una lunga bobina esce una scintilla lunga alcuni centimetri, azzurrognola, frastagliata, assolutamente innocua. Mentre per la composizione del circuito oscillatore si utilizzano gli integrati, i condensatori di alta qualità e gli isolamenti in plastica o bachelite e vetronite.
Pur avendo ripetuto più volte che l'apparecchio descritto in questa sede non è pericoloso, anche se si tratta di un generatore di tensione a radiofrequenza, del valore di parecchie decine di migliaia di volt, qualche lettore potrebbe ancora rimanere dubbioso sulla veridicità delle nostre affermazioni. Ebbene, se proprio non siamo totalmente creduti, possiamo aggiungere che la pericolosità della scintilla può essere paragonata a quella stessa che deriva da un fiammifero acceso, che non va gettato sulla moquette o avvicinato a liquidi infiammabili. Così come la scintilla della bobina di Tesla, possedendo un alto potere calorico, potrebbe divenire causa di incendi. Ma è sufficiente tenere l'apparecchio lontano da quanto può facilmente bruciare, in modo particolare dai carburanti volatili, per etichettare l'apparato con la dicitura di "non pericoloso".
I reali inconvenienti che si possono creare con l'impiego del trasformatore sono invece di altra natura. Il primo di questi, infatti, va riscontrato nella diffusione, attraverso lo spazio circostante, di campi elettromagnetici alla frequenza di 1 MHz circa, che possono disturbare la ricezione dei radioapparati in funzione nelle vicinanze. Il secondo si ravvisa nella fragilità del transistor mosfet utilizzato nel circuito, che non sopporta una prolungata produzione della scintilla sul terminale estremo della bobina di Tesla. In ogni caso si consiglia di far funzionare il dispositivo alla distanza di almeno due metri dalle apparecchiature elettroniche, come ad esempio, i televisori, i computers, le calcolatrici e i tanti componenti elettronici che rientrano nella sfera dei semiconduttori, come i transistor FET, i MOSFET e così via. Perché il campo elettromagnetico irradiato dalla bobina è fortissimo e può indurre, sui corpi vicini, tensioni molto dannose.
Prima di iniziare l'esame del circuito elettrico di figura 1, ripetiamo ancora che il trasformatore

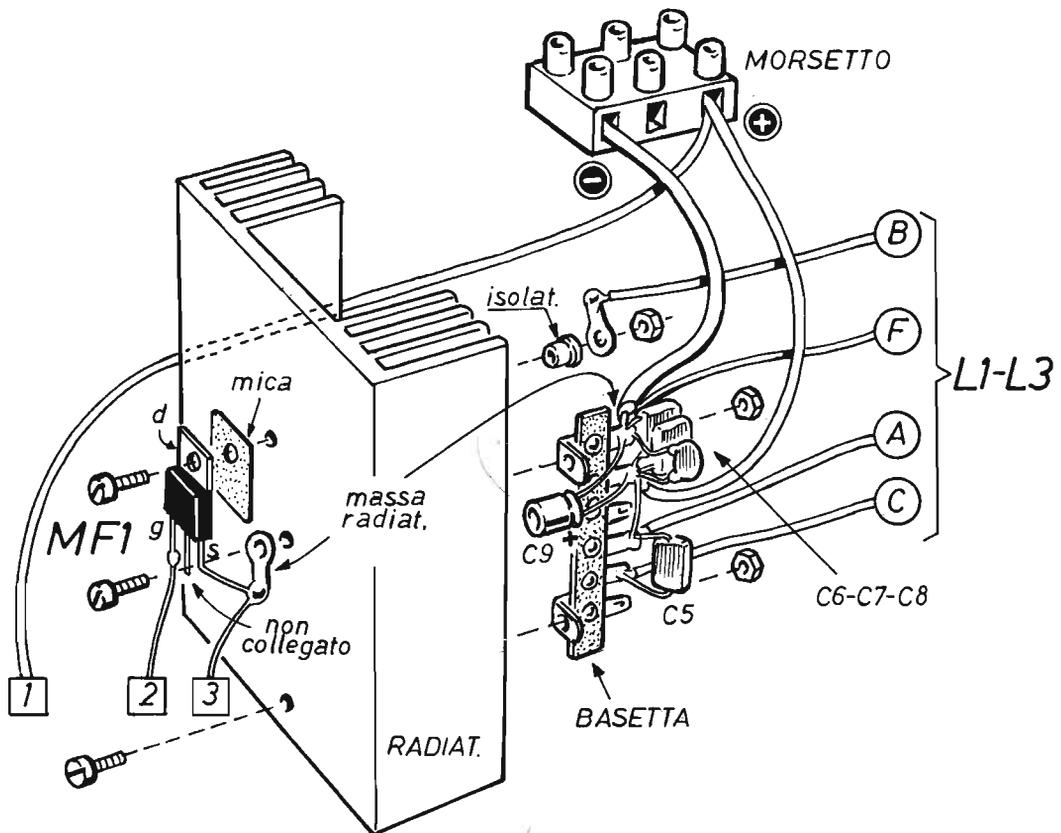



Fig. 4 - Piano di montaggio dei diversi componenti elettronici sulle due facce del radiatore. I terminali contrassegnati con i numeri 1 - 2 - 3 segnalano la presenza dei conduttori che vanno a congiungersi con i corrispondenti punti del circuito stampato del modulo elettronico.

di Tesla è semplicemente una macchina statica, che eleva una piccola tensione a valori alquanto elevati e ad alta frequenza, il cui avvolgimento secondario è composto da un grande numero di spire. Nel nostro prototipo, le cui prestazioni sono relativamente modeste per quanto riguarda l'alta tensione, sono state raggiunte scintille della lunghezza massima di due centimetri e fiocchi di corona del diametro di tre centimetri. Una lampada elettrofluorescente o al neon si è accesa autonomamente soltanto dopo averla avvicinata alla bobina ad una distanza di mezzo metro. Piccole strisce di carta, immerse nella scintilla, si sono incendiate.

Sugli esperimenti che si possono realizzare con la bobina di Tesla, tuttavia, avremo occasione di soffermarci a fine articolo, mentre, a questo punto, si impone l'esame del progetto pubblicato in figura 1.

ANALISI CIRCUITALE

L'integrato IC2, per il quale si utilizza il modello 74LS132, è dotato, internamente, di quattro porte NAND. La prima delle quali, siglata con "a", oscilla intorno ad 1 MHz, con variazioni regolabili, fra 0,600 MHz e 1,600 MHz, tramite

il potenziometro o trimmer lineare R2.
Il funzionamento dell'oscillatore si basa sul processo di carica e scarica del condensatore C1, a partire dalla tensione di uscita, disponibile sul piedino 3 di IC2 ed applicata dal ramo resistivo R1 + R2. Dunque, la frequenza di oscillazione della sezione "a" di IC2 varia regolando R2 e tenendo conto che, con i valori resistivi più piccoli, la frequenza del segnale generato è maggiore.
Coloro che volessero mutare la gamma delle frequenze di oscillazione, dovranno cambiare il valore capacitivo del condensatore C1, che deve rimanere di tipo NPO.
La sezione NAND di IC2, siglata con la lettera "b", separa lo stadio oscillatore da quello amplificatore di corrente, rappresentato dalle sezioni "c" e "d".
Il segnale amplificato in corrente ed uscente dai piedini 8 - 11 di IC2 viene poi applicato alla base del transistor TR1, che è di tipo NPN e per il quale si utilizza il modello 2N3866.
Il transistor TR1 amplifica il segnale in corrente e in tensione, adattandolo, con le sue velocissime commutazioni, alla carica e scarica della capacità d'ingresso, relativamente elevata, del transistor MOSFET MF1, che non assorbe corrente, essendo controllato in tensione. In pratica, il pilotaggio del gate (g) di MF1, così realizzato, consente al transistor di aprire e chiudere il suo circuito, come un interruttore, per un milione di volte al secondo!
Il carico di drain (d) di MF1 è rappresentato dalle due bobine L1 - L3 e dal condensatore C5, che deve essere scelto fra i modelli di potenza o composto con molti elementi di tipo NPO. Un tale carico deve considerarsi come un circuito oscillante induttivo capacitivo (LC), in grado di erogare la sua massima sovratensione, quando la frequenza di accordo coincide con quella del segnale generato dalla sezione oscillatrice "a" di IC2. In pratica, dunque, la frequenza dell'oscillatore deve essere tarata con il solo trimmer R2 per la massima tensione in uscita, dato che il circuito oscillante finale è di tipo a capacità fissa.
Per ottenere tensioni più elevate, si deve aumentare il numero di spire della bobina L3 ed individuare poi la nuova frequenza di accordo, oltre che provvedere all'aumento della tensione di alimentazione. Ma una tale correzione, al circuito originale di figura 1, introduce sicuramente alcuni problemi di isolamento, non facilmente risolvibili con le tecniche normali.

ALIMENTAZIONE

L'intero circuito di figura 1 va alimentato con una tensione continua di valore compreso fra i 18 Vcc e i 20 Vcc; tuttavia, come diremo più avanti, si possono anche utilizzare alimentatori con uscite superiori ai 20 Vcc, purché si adotti un certo accorgimento.
Con la tensione di 18 Vcc ÷ 20 Vcc, la corrente assorbita dal transistor MF1 raggiunge i 3 A ÷ 4 A circa ed il duty-cycle è del 50%. Ciò significa che la corrente istantanea è pari a 6 A ÷ 8 A. Pertanto, la potenza input vale:

VCC x I = 18 x 4 = 72 W

Per assicurare stabilità alla frequenza del segnale generato dall'oscillatore, la tensione di alimentazione rimane stabilizzata tramite l'integrato IC1.
Facciamo presente che, per chiudere verso la linea di alimentazione negativa il circuito a radiofrequenza, sono stati utilizzati quattro condensatori (C6 - C7 - C8 - C9) di ottima qualità e assolutamente non di tipo miniaturizzato. Perché se avessimo montato un solo condensatore, questo sarebbe esploso ben presto a causa del calore generato dal segnale RF. Infatti, ogni condensatore, oltre che rimanere caratterizzato dal suo valore capacitivo, viene pure qualificato dalla tensione di isolamento e dalla potenza reattiva che riesce a controllare in sede di lavoro, ossia dalla corrente reattiva che sopporta senza distruggersi o riscaldarsi eccessivamente.
Sui cataloghi, a volte, per i condensatori viene menzionato il parametro dV/dt, che segnala quale variazione di tensione nel tempo il componente è in grado di tollerare. Ecco perché, nella realizzazione del trasformatore di Tesla, è preferibile montare condensatori ad elevata dV su dt, ovviamente scelti fra i modelli ceramici di tipo NPO o X7R, per le capacità più elevate, eventualmente ricorrendo al collegamento in parallelo di più elementi per raggiungere il valore capacitivo necessario.
In particolare, per C5, si consiglia un condensatore a mica con tensione di isolamento di 1.000 Vl.
Coloro che posseggono un alimentatore che eroga una tensione continua superiore ai 20 Vcc, potranno parimenti servirsene, purché in serie con la linea di alimentazione positiva, così come segnalato in basso a destra di figura 1, venga inserita una resistenza da 1 ohm - 10 W.

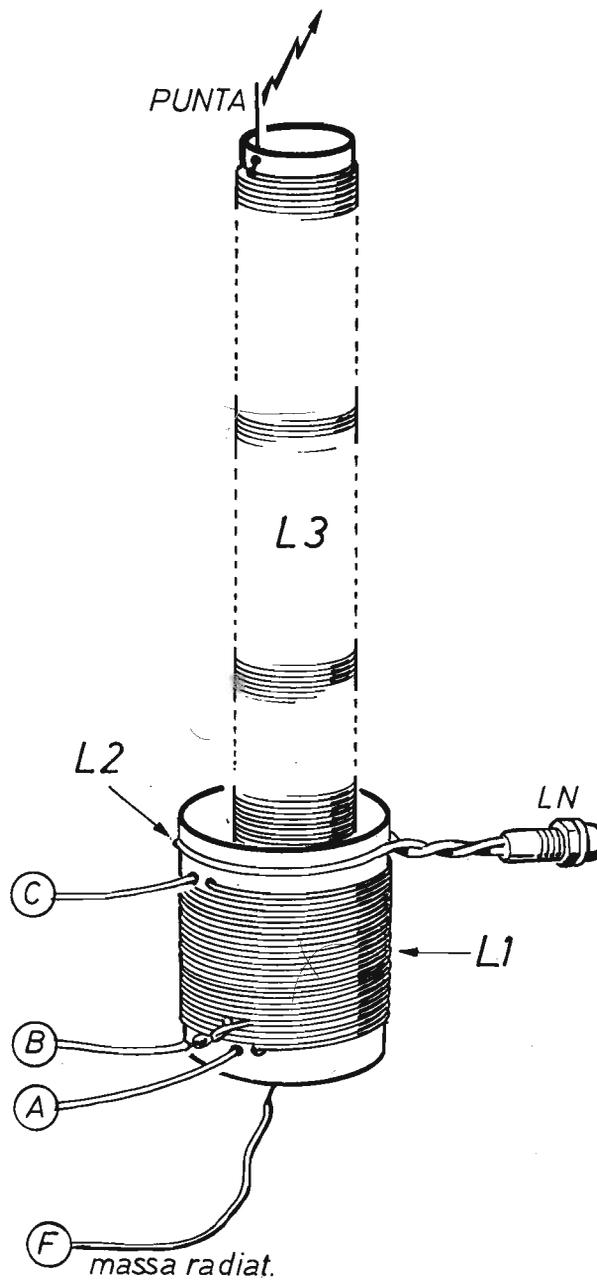



Fig. 5 - Elementi costruttivi inerenti le tre bobine L1 - L2 - L3. La scintilla generata dal trasformatore, assolutamente innocua, è presente sul terminale in alto della bobina L3 (PUNTA). Le lettere alfabetiche, qui riportate, corrispondono esattamente a quelle segnalate nello schema di figura 4.

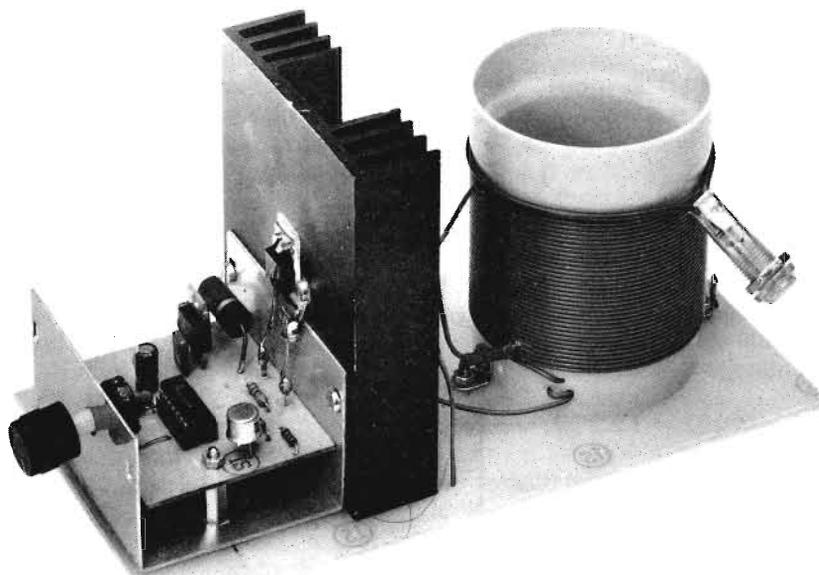



Fig. 6 - Si può notare, in questa foto, la composizione circuitale del modulo elettronico del dispositivo ed il sistema di applicazione di questo sul contenitore di alluminio. È ben visibile, inoltre, il posizionamento ed il metodo di fissaggio del transistor MF1 sulla parete liscia del radiatore.

Senza tale accorgimento si rischia di bruciare il transistor MF1. Tuttavia, in considerazione del fatto che il MOSFET da noi prescritto, cioè il modello IRF 532, costa assai poco, si consiglia di acquistarne almeno due o tre esemplari e conservarli a motivo di scorta. In sede sperimentale, nel nostro prototipo non si sono verificati inconvenienti con tensioni di alimentazione fino a 18 Vcc, ma con quelle superiori ai 18 Vcc alcuni semiconduttori sono andati in cortocircuito. Nulla invece può accadere se si utilizzano modelli che possono assorbire picchi di tensione elevati, ma che naturalmente sono più costosi, come ad esempio l'IRF 840, che è un MOSFET per correnti di 8 A a 500 V.
In ogni caso, l'alimentatore maggiormente consigliato per il funzionamento del circuito di figura 1 è quello prescritto nell'elenco componenti, con tensione di uscita massima di 18 Vcc e corrente di 4 A o anche più.
La tensione minima, alla quale il trasformatore di Tesla da noi progettato può ancora funzionare è di 14 Vcc.

LE BOBINE

Prima di iniziare la costruzione del dispositivo di Tesla, il lettore deve approntare tutto il materiale necessario, cominciando con la preparazione delle bobine, che non sono componenti acquistabili nei negozi di rivendita di materiali elettronici.
I due supporti, necessari per comporre gli avvolgimenti delle tre bobine L1 - L2 - L3, sono rappresentati da altrettanti tubi PVC per installazioni idrauliche. Quello della bobina L3 deve avere un diametro di 40 mm ed una lunghezza di 390 mm (39 cm), il secondo, necessario per la composizione delle due bobine L1 ed L2, deve avere un diametro di 62 mm ed una altezza di 120 mm (12 cm).
L'avvolgimento L3 è composto da 1.000 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,35 mm. Il terminale superiore, ovvero la PUNTA, come segnalato in figura 5, costituisce lo "spinterogeno". Il terminale inferiore F va ricoperto con una guaina di materiale isolante e collegato alla

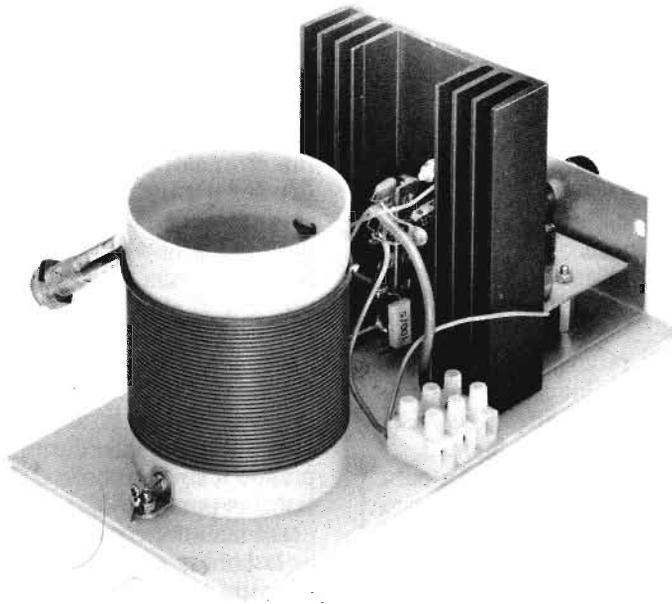



Fig. 7 - Visto da questa posizione, il trasformatore di Tesla espone la morsettiera, sulla quale vanno fissati i conduttori provenienti dall'alimentatore a 18 Vcc, le bobine L1 - L2 e la zona posteriore del radiatore.

massa del grosso radiatore visibile nello schema di figura 4.
La bobina L1 si realizza con 35 spire di filo conduttore flessibile ricoperto in plastica. Il tipo di filo non si rivela particolarmente critico. Nel prototipo, ad esempio, è stata impiegata una trecciola di sette fili, ciascuno del diametro di 0,15 mm, protetta da guaina isolante. Si può quindi utilizzare una trecciola da un millimetro circa di diametro.
La bobina L2 è composta da una sola spira dello stesso tipo di filo adottato per la bobina L1 e serve soltanto per alimentare la lampadina al neon LN di tipo con resistenza incorporata. Alla quale è affidata la funzione di segnalare il raggiungimento dell'accordo a radiofrequenza, ottenibile operando sul potenziometro R2.
La presa intermedia B, ricavata sulla bobina L1, è posizionata sulla quarta spira, contata a partire dal lato "freddo", cioè dal terminale A.
Abbiamo consigliato, per l'avvolgimento L3, il filo di rame smaltato di tipo normale, ma per compiere un lavoro rigorosamente preciso, ossia per ottenere il miglior sistema di isolamento, converrebbe servirsi di filo a smalto doppio, peraltro non facilmente reperibile in commercio. Considerando poi che, lungo l'avvolgimento L3, si stabiliscono forti differenze di pôtenziale, sarebbe maggiormente utile utilizzare, come supporto, un tubo in poliestere o in teflon, assolutamente pulito in precedenza con alcool e successivamente spruzzato con vernice isolante per alte tensioni, del tipo di quella adoperata per lo stadio finale TV o per i collegamenti ad alta tensione dell'impianto elettrico degli autoveicoli, che si può agevolmente acquistare in confezioni spray.
La PUNTA dell'avvolgimento L3 deve essere conservata in posizione verticale, onde evitare che la scarica ricada sugli isolamenti, danneggiandoli. Si raccomanda comunque di non alimentare il circuito di figura 1, se prima la bobina L3 non è stata infilata dentro e in posizione concentrica con la bobina L1.

MONTAGGIO

Il montaggio completo del dispositivo di Tesla si effettua su una lastra di vetronite, di forma rettangolare e delle dimensioni di 10 cm x 20 cm. In questo modo, infatti, è stato composto il prototipo illustrato nella figura di testa e in quelle di fine articolo 6 e 7.
La prima parte lavorativa consiste nell'approntamento del modulo elettronico, che deve essere realizzato nel modo indicato nel piano costruttivo presentato in figura 2 e per il quale occorre preparare la basetta supporto, di bachelite o vetronite, di forma rettangolare, delle dimensioni di 6,4 cm x 5,3 cm, munita, in una delle sue facce, del circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è riportato in figura 3.
Una volta costruito il modulo elettronico, pubblicato in figura 2, questo deve essere inserito in un contenitore aperto di alluminio, sulla cui parte anteriore rimane affacciato il perno del trimmer R2, munito di apposita manopolina per la regolazione dell'accordo di frequenza. Non prima, tuttavia, di aver saldato a stagno, sui terminali 2 - 3 del circuito, gli elettrodi di gate (g) e di source (s) del transistor MOSFET MF1 e ricordando di mantenere questi due conduttori nella loro lunghezza originale, allo scopo di agevolare il fissaggio del componente, tramite vite e dado isolati, alla massa del radiatore, come segnalato in figura 4. Nella quale si nota che l'elettrodo di drain (d) di MF1 rimane inutilizzato apparentemente, perché essendo questo in contatto elettrico con l'aletta di raffreddamento del semiconduttore, la sua conduttività viene realizzata attraverso la vite di fissaggio ed il corrispondente conduttore B, che va a raggiungere l'omonima presa intermedia della bobina L1 (fig. 5).
Anche il conduttore di alimentazione positiva, quello che in figura 4 raggiunge la morsettiera, deve venir saldato a stagno sul terminale 1 del circuito stampato, prima che il modulo venga applicato, tramite due distanziali (colonnine metalliche filettate alle estremità), al contenitore di alluminio. La cui parte posteriore, opposta a quella in cui è fissato il potenziometro R2, va applicata alla superficie liscia del radiatore per mezzo di due viti e due dadi. Ma tutto ciò rimane ampiamente illustrato nelle figure riprodotte durante l'estensione del testo.
Lo schema di figura 4 illustra il montaggio dei vari componenti elettronici sulle due facce del radiatore. Su quella liscia, come è stato detto, si applica il transistor MF1, interponendo, fra l'aletta metallica e la superficie del radiatore, un foglietto di mica e dopo aver cosparsa la parte con grasso al silicone. Sulla vite metallica di fissaggio, nel lato opposto del radiatore, si introduce un anellino isolatore, allo scopo di garantire il totale isolamento dell'elettrodo di drain (d) di MF1 dalla massa del radiatore e di assicurare invece la continuità elettrica con il conduttore B (fig. 4).
Sull'altra faccia del radiatore, quella in cui sono presenti gli elementi che provvedono ad irradiare e disperdere il calore generato dal transistor MF1, si applica, anche questa volta con il sistema di viti e dadi, una piccola morsettiera, munita di sei ancoraggi, sui quali si compone il circuito illustrato sulla destra di figura 4, che comprende il condensatore C5 ed i quattro condensatori in parallelo (C6 - C7 - C8 - C9), oltre che i terminali dei conduttori destinati a raggiungere le bobine ed il morsetto di alimentazione riprodotto in alto di figura 4.
Ricordiamo ora che il cablaggio testè descritto rappresenta la parte più difficile da comporre dell'intero circuito. Per la quale servono grande attenzione e rigorosa precisione. Per esempio, è assai importante che il collegamento di massa avvenga soltanto sulla vite che, da un lato, è collegata con la source di MF1 e dall'altro con il morsetto della tensione negativa di alimentazione. Tutti i dadi di fissaggio, inoltre, debbono rimanere ben stretti sulle corrispondenti viti e le saldature a stagno, degli elettrodi dei componenti e dei terminali dei conduttori, vanno effettuate a regola d'arte.

MESSA IN FUNZIONE

Una volta montato ed accuratamente controllato il montaggio del trasformatore di Tesla, questo può essere predisposto per il collaudo, dopo aver ovviamente infilato dentro la bobina L1, in posizione concentrica con questa, la bobina L3, che rimane in equilibrio stabile anche senza alcun fissaggio particolare sulla lastra di appoggio di vetronite. Tuttavia, coloro che desiderassero realizzare un preciso irrigidimento anche di questo componente, potranno infilare, nella parte inferiore del supporto, un tappo di sughero, perfettamente asciutto o asciugato dentro un forno e poi applicare il tutto con un po' di collante alla superficie di appoggio.
Ora si possono finalmente inserire nella mor-

settiera i conduttori provenienti dall'alimentatore, facendo attenzione a non scambiare tra loro quello positivo con l'altro negativo. E si ripete l'operazione di regolazione dell'alimentatore, sul valore di 14 Vcc - 4 A, dopo averlo acceso. Quindi si regola il potenziometro R2 in modo da provocare l'accensione della lampada al neon LN, che funge da elemento spia per l'accordo dell'alta frequenza. Successivamente, il perno di R2 va ancora ruotato di poco e lentamente, in avanti e all'indietro, fino a riscontrare la presenza della massima scintilla sulla PUNTA della bobina L3. Poi si interviene nuovamente sull'alimentatore, per elevare la tensione di 14 Vcc a 18 Vcc e raggiungere infine, tramite piccolissime manovre su R2, la maggior lunghezza possibile della scintilla.
Per quanto riguarda le modalità d'impiego del trasformatore di Tesla, abbiamo avuto occasione, in precedenza, di suggerire alcune norme. Ma la più importante di queste recita che il dispositivo va fatto funzionare a distanza da masse metalliche.
L'apparecchio funziona male o non funziona affatto, se l'ambiente è molto umido. Oppure se la bobina L3, per essere stata eccessivamente manipolata, non appare perfettamente pulita.

GLI ESPERIMENTI

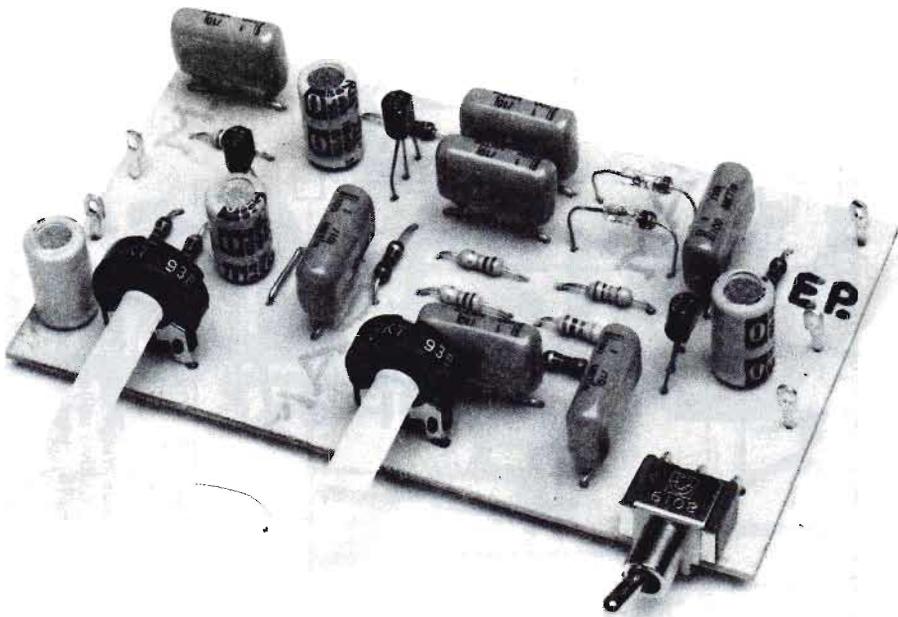
Abbiamo già accennato ad alcuni possibili esperimenti, realizzabili con il trasformatore di Tesla. Ma vogliamo anzitutto avvertire il lettore che questi, nella maggior parte, vanno eseguiti in ambiente buio.
Si potrà cominciare coll'avvicinare alla PUNTA della bobina L3 una lampada elettrofluorescente e poi una lampadina ad incandescenza.
Un altro esperimento consiste nell'avvicinare un dito della mano all'elettrodo della bobina, per constatare la formazione della scintilla senza che alcuna sensazione fisica venga avvertita.
Molti esperimenti di elettrostatica si possono inoltre realizzare con questo trasformatore. Per esempio, si potrà far funzionare un elettroscopio o caricare di elettricità dello stesso nome due sfere metalliche, per poi far scoccare fra queste delle belle scintille di color violaceo. Ma lasciamo alla fantasia del lettore la possibilità di sbizzarrirsi nelle più strane prove pratiche, ricordando che, con questo dispositivo, tutti potranno agevolmente evidenziare il ben noto effetto corona.

Raddoppiate,
con l'ottava superiore,
le vostre esecuzioni
musicali.

Inseritelo fra
lo strumento elettrico
e l'amplificatore di
potenza.

Simulate la presenza
di una seconda
chitarra fantasma.

RADDOPPIATORE MUSICALE

Anche se il dispositivo presentato in questa sede può essere abbinato con qualunque strumento musicale, elettrico od elettronico, il suo impiego più naturale si verifica in accoppiamento con la chitarra.

Inserendo questo modulo elettronico, fra l'uscita del riproduttore musicale elettrico e l'entrata dell'amplificatore di bassa frequenza, si raddoppia l'esecuzione, simulando la presenza di un secondo strumento fantasma, che suona allo stesso modo e contemporaneamente su un'ottava superiore. Ancora una volta, dunque, proponiamo ai lettori una elaborazione dei suoni, peraltro nuova ed originale, certamente inedita, che molti sapranno apprezzare e la cui realizzazione trae origine dalla possibilità di intervenire tecnicamente sulla natura dei segnali acustici che, in questi ultimi tempi, si è sviluppata a dismisura. In sostanza, quindi, in queste pagine offriremo un esempio preciso di apparizione elettronica di uno strumento musicale, che segue fedelmente quello reale che si sta suonando, ma su un'ottava più sopra e qualunque sia la sorgente, voce compresa.
Chi ci sta leggendo potrebbe obiettare che qualcosa di simile si otterrebbe tramite registrazione su nastro magnetico. Ma un tale procedimento, anche se in qualche modo realizzabile, diverrebbe alquanto laborioso e sicuramente inaccettabile durante le esecuzioni improvvisate.
Si potrebbe ancora pensare di risolvere il problema con l'impiego di un distorsore, dato che, seppure in parte, l'effetto ricorda quello introdotto da un tale dispositivo. Tuttavia i risultati sarebbero diversi. Perché la distorsione si manifesta con un arricchimento di armoniche, mentre nel nostro caso si tratta di aggiungere al timbro soltanto o prevalentemente la seconda armonica e non tutte le altre. Più esattamente, con il nostro progetto si moltiplicano per due le frequenze delle note appartenenti ad un'ottava musicale, allo scopo di comporre, simultaneamente, l'ottava superiore.

IL CIRCUITO TEORICO

Per capire rapidamente e con facilità il comportamento del dispositivo presentato in questa sede, si consiglia di tenere sott'occhio, allo stesso tempo, sia il progetto di figura 1, sia lo schema a blocchi pubblicato in figura 5. Perché proprio osservando quest'ultimo si possono considerare, a grandi linee, le quattro funzioni principali del circuito.
Il segnale elettrico, proveniente dal trasduttore

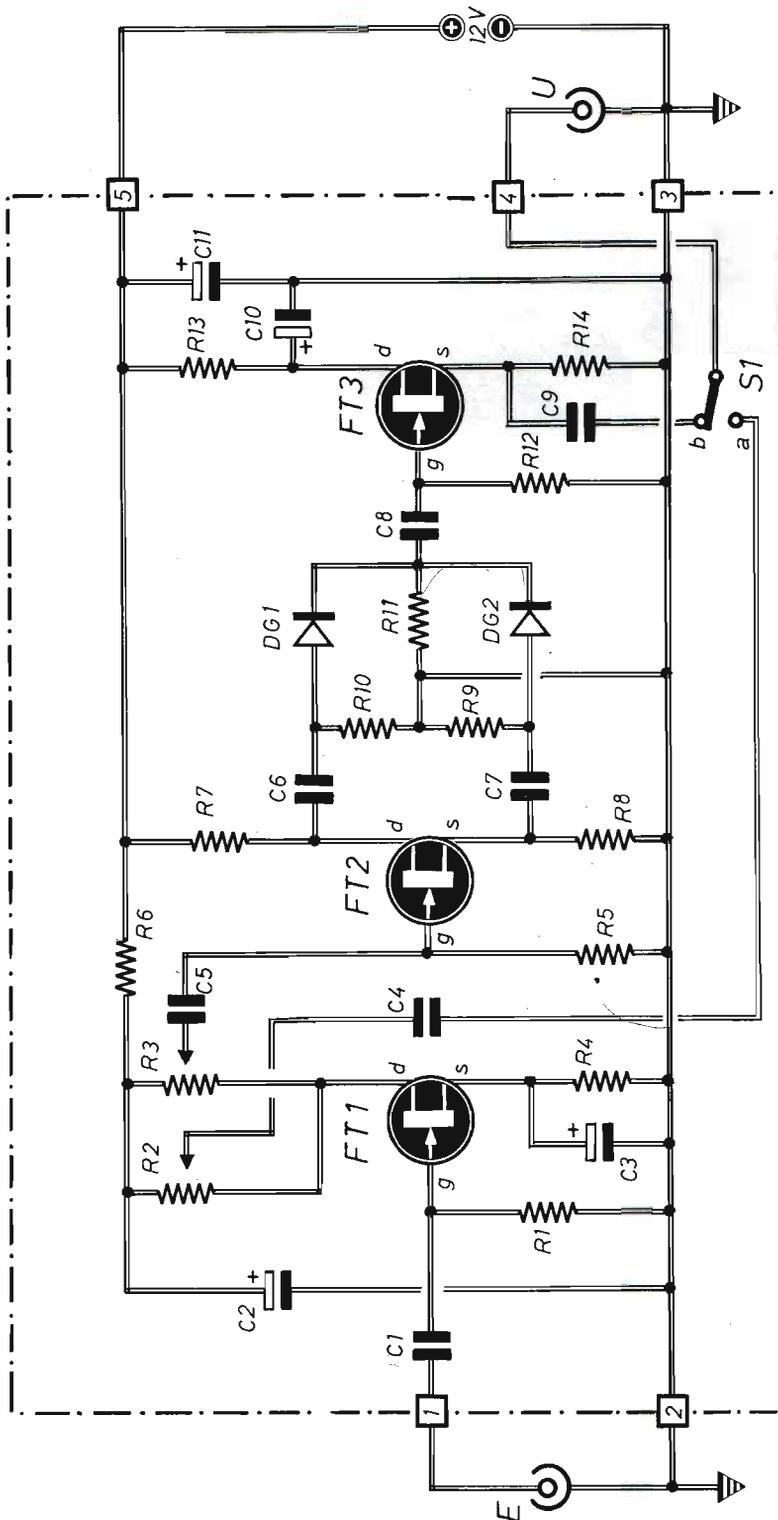



Fig. 1 - Schema teorico del raddoppiatore di ottava musicale. Con i due trimmer R2 - R3 si regola il volume audio in uscita dal circuito. Con S1 si commuta il dispositivo sulle due possibili condizioni, quella dell'esclusione dell'effetto acustico (a) e l'altra (b) che consente l'elaborazione del segnale originale.

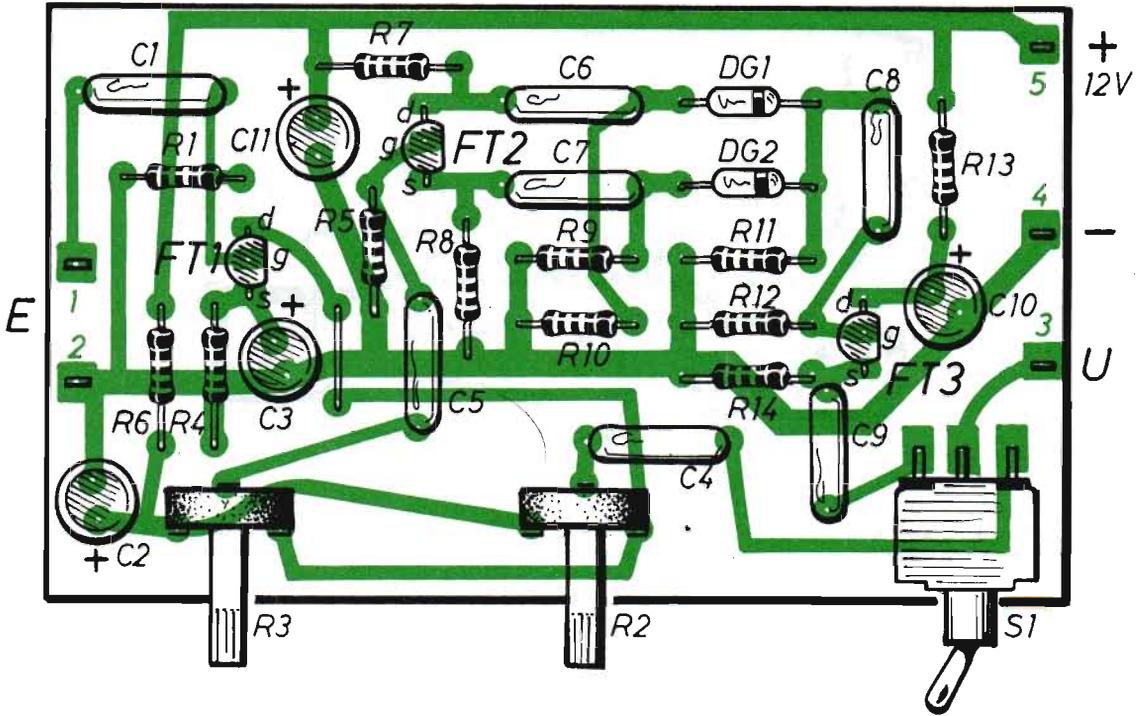



Fig. 2 - Piano costruttivo del modulo elettronico che simula la presenza di un secondo strumento musicale. Si noti la presenza del ponticello, interposto fra C3 e C5, che assicura la continuità elettrica delle piste di rame del circuito stampato.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 1 µF (non polarizzato)
C2 = 100 µF - 25 Vl (elettrolitico)
C3 = 100 µF - 25 Vl (elettrolitico)
C4 = 1 µF (non polarizzato)
C5 = 1 µF (non polarizzato)
C6 = 1 µF (non polarizzato)
C7 = 1 µF (non polarizzato)
C8 = 1 µF (non polarizzato)
C9 = 1 µF (non polarizzato)
C10 = 100 µF - 25 Vl (elettrolitico)
C11 = 100 µF - 25 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 1 megaohm - 1/4 W
R2 = 4.700 ohm (trimmer)
R3 = 4.700 ohm (trimmer)
R4 = 470 ohm - 1/4 W
R5 = 1 megaohm - 1/4 W
R6 = 330 ohm - 1/4 W
R7 = 1.200 ohm - 1/4 W
R8 = 1.200 ohm - 1/4 W
R9 = 10.000 ohm - 1/4 W
R10 = 10.000 ohm - 1/4 W
R11 = 10.000 ohm - 1/4 W
R12 = 1 megaohm - 1/4 W
R13 = 330 ohm - 1/4 W
R14 = 1.200 ohm - 1/4 W

Varie

FT1 = 2N3819
FT2 = 2N3819
FT3 = 2N3819
DG1 = diodo al germanio (quals. tipo)
DG2 = diodo al germanio (quals. tipo)
S1 = comm. (1 via - 2 posiz.)
ALIM. = 12 Vcc (stabilizz.)

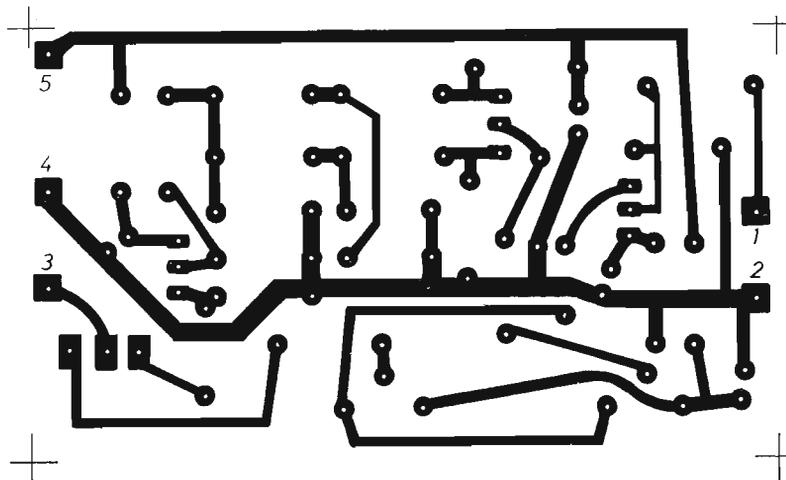



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato da riprodurre su una delle due facce di una basetta rettangolare delle dimensioni di 10,5 cm x 6 cm.

inserito nella chitarra elettrica, nell'organo o in altro strumento musicale a corda, a fiato o percussione, raggiunge l'entrata E del blocco amplificatore, che provvede ad elevarne l'ampiezza, normalmente troppo ridotta per essere in grado di pilotare i blocchi successivi. E tale compito viene svolto dal transistor fet FT1, per il quale, nel progetto di figura 1, si impiega il modello 2N3819.
Il carico di drain (d) di FT1 è rappresentato da due trimmer (R2 - R3) collegati in parallelo fra loro e dello stesso valore ohmmico. Con entrambi si regola il livello del segnale in uscita, ovvero il volume sonoro.
Un commutatore ad una via e due posizioni (S1) consente di inserire od eliminare la funzione del trimmer R2, che è quella di regolare il livello audio dei suoni originali, applicati all'entrata E, quando non si desidera il raddoppiamento di questi sull'ottava superiore. Pertanto, con S1 posizionato in "a", nessun effetto musicale si produce con il circuito di figura 1, se non quello di trasmettere il segnale audio, amplificato e regolato in ampiezza, direttamente all'uscita U.
Con S1 commutato in "b", come indicato nello schema di figura 1, la funzione di regolatore di volume dei suoni di R2 viene a cessare, mentre diventa attiva quella del trimmer R3, il quale, tramite il condensatore di accoppiamento C5, applica il segnale, amplificato dal transistor FT1, al transistor FT2, che è dello stesso tipo, cioè 2N3819.

SEGNALI IN CONTROFASE

Lo schema di figura 4, estrapolato dal circuito di figura 1, evidenzia le due uscite di segnale utilizzate nel fet FT2, il quale può essere assimilato ad un trasformatore con presa centrale che, sui terminali estremi, eroga due segnali sfasati tra loro di 180°, cioè in controfase. In particolare, come si può notare in figura 4, il segnale uscente dalla source (s) rimane in fase con quello originale applicato all'entrata di FT2, ossia al suo gate (g).
La precisa corrispondenza fra i tre segnali diagrammati in figura 4 ed i loro punti di rilevamento è la seguente:

g = segnale applicato al gate
d = segnale uscente dal drain
s = segnale uscente dalla source

Ma la coppia di segnali sfasati di 180° rappre-

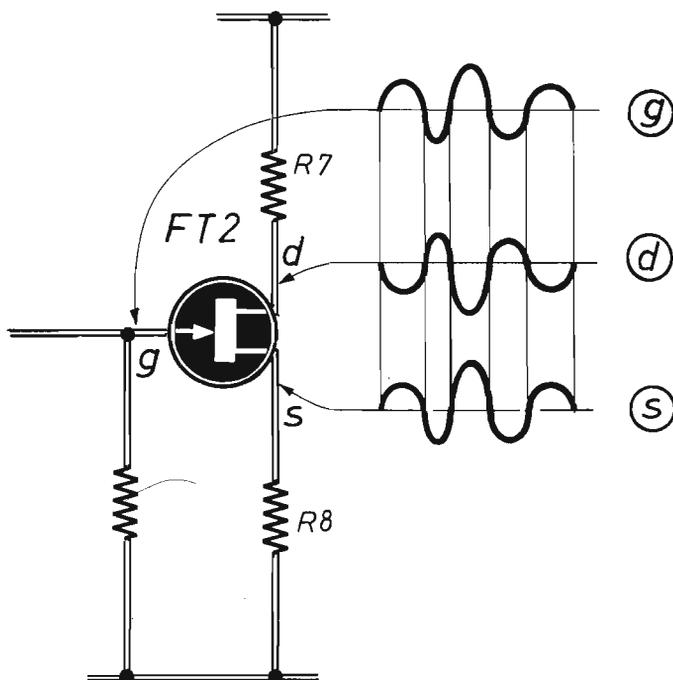



Fig. 4 - Stadio intermedio del progetto del raddoppiatore di ottava musicale, pilotato da transistor ad effetto di campo, dal quale fuoriescono due segnali identici ma in opposizione di fase.

senta il risultato dell'intervento da parte del fet FT2, che compone il blocco sfasatore (SFAS.) riportato per secondo, a partire da sinistra, in figura 5.
Di questi due segnali vengono prelevate le sole semionde positive con la presenza di due diodi rettificatori al germanio, di qualsiasi tipo, posizionati, come si nota nello schema di figura 1, con l'anodo rivolto verso le sorgenti di segnale drain e source.
Le due semionde positive, che nel terzo blocco RETT. dello schema di figura 5 vengono segnalate con i numeri 3 - 4, si sommano sulla resistenza R12, sui terminali della quale si misura l'entità del segnale con frequenza doppia rispetto a quella caratterizzante la tensione originale.

L'AMPLIFICATORE DI CORRENTE

L'ultimo stadio del progetto di figura 1, che nello schema a blocchi di figura 5 è indicato con la dicitura AMPL. CORR., è pilotato dal transistor FT3, che amplifica il segnale in corrente, allo scopo di alimentare cavi schermati o ingressi a bassa impedenza, svolgendo dunque le funzioni di adattatore di impedenza e di separatore degli stadi precedenti dal carico applicato in uscita.
Anche il fet FT3 è dello stesso tipo degli altri due che lo precedono nel progetto di figura 1.
Si conclude qui il rapido esame del dispositivo raddoppiatore di musica, nel quale i due potenziometri di controllo del livello dei suoni vanno regolati secondo le esigenze degli esecutori, ovvero in relazione con l'estensione dei locali in cui si producono i suoni.
Ricordiamo ancora che il circuito di figura 1 va inserito tra la sorgente di segnali a bassa frequenza e l'amplificatore-riproduttore di potenza, tenendo conto che l'entrata E è di tipo ad impedenza molto elevata e che la massima tensione del segnale applicabile non deve superare

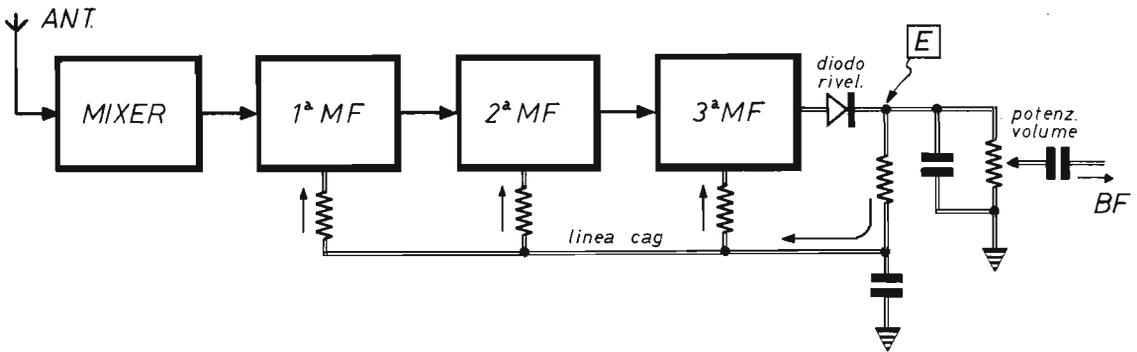



Fig. 5 - Schema a blocchi del progetto del raddoppiatore musicale descritto nel testo. In corrispondenza di ogni funzione fondamentale è stato riportato il diagramma del relativo segnale elettrico presente.

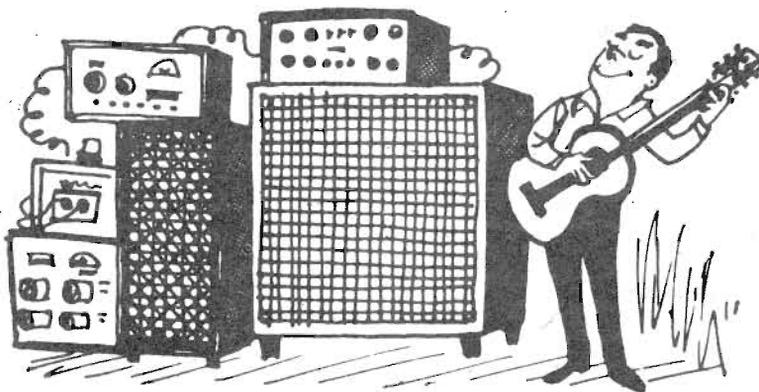
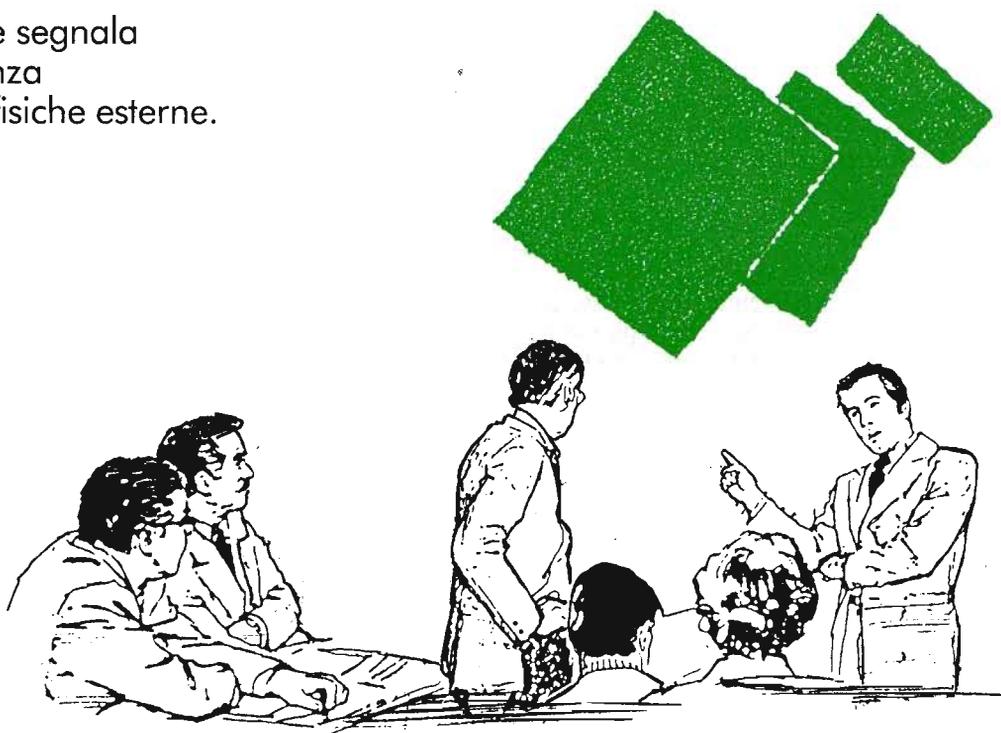
il valore di 0,5 Vpp. Perché in presenza di segnali a livelli di tensione superiori, quelli in uscita subirebbero certamente una sensibile tosatura.

MONTAGGIO

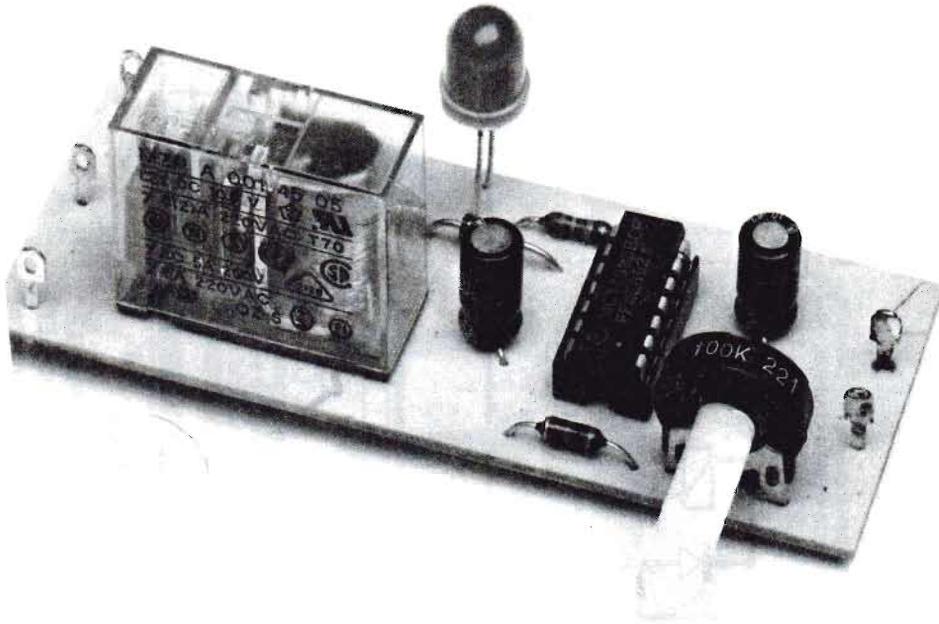
Il montaggio del dispositivo raddoppiatore di ottava musicale si riassume, principalmente nella realizzazione del modulo elettronico illustrato nella foto di apertura del presente articolo e nel piano costruttivo di figura 2.
La basetta supporto è di forma rettangolare, delle dimensioni di 10,5 cm x 6 cm, di materiale isolante, bachelite o vetronite, munita, in una delle sue facce, del circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3.
In ogni caso conviene comporre il circuito su un piano di massa, inscatolandolo poi in una custodia metallica.
Tutti i condensatori, fatta eccezione per gli elettrolitici, debbono essere di plastica o ceramici, con tensioni di lavoro sicuramente superiori ai 25 V.
Si fa presente che, per completare la continuità circuitale delle piste di rame dello stampato, occorre inserire, in posizione parallela con il condensatore elettrolitico C3 e quello ceramico C5, un ponticello, rappresentato da un breve spezzone di filo conduttore rigido, peraltro ben visibile nello schema pratico di figura 2.
Ovviamente, per raggiungere il successo elettronico desiderato con l'applicazione di questo dispositivo, non si debbono commettere errori di cablaggio. Per esempio, i condensatori elettrolitici debbono essere tutti inseriti nel rispetto delle loro polarità, osservando che, nello schema di figura 2, i reofori positivi sono contrassegnati con una crocetta.
Anche i due diodi al germanio DG1 - DG2, per i quali, come abbiamo detto, si può utilizzare qualsiasi modello, vanno applicati al circuito tenendo conto delle esatte posizioni degli elettrodi di anodo e di catodo. Ma anche in questo caso è assai improbabile sbagliare, dato che in prossimità del terminale di catodo, sull'involucro del componente, quasi sempre è stampato un anellino guida.
Nell'elenco componenti, per tutte le resistenze abbiamo suggerito la potenza di un quarto di watt, soltanto perché questo valore è facilmente reperibile presso tutti i rivenditori di materiali elettronici. Tuttavia, rimanendo il progetto di figura 1 coinvolto da correnti di modestissima entità, si possono utilizzare resistenze da un ottavo di watt, che occupano meno spazio e consentono di comporre un circuito più semplificato.

Per quanto riguarda la posizione degli elettrodi del transistor FET utilizzato per FT1 - FT2 - FT3, questa appare chiaramente segnalata nello schema costruttivo di figura 2, perché in corrispondenza di tali elementi sono sempre riportate le lettere "d" - "g" - "s", che sono le iniziali di "drain" - "gate" - "source".
A proposito dell'alimentazione del circuito di figura 1, ricordiamo che questa può essere indifferentemente derivata da un insieme di pile o da apposito alimentatore stabilizzato a 12 Vcc, ma anche dall'alimentatore dell'amplificatore di bassa frequenza, se in questo è disponibile un tale valore di tensione. Tuttavia, ciò che maggiormente importa è il filtraggio dell'alimentazione, che deve essere purificata da segnali spuri tramite adatto filtro RLC.

MESSA A PUNTO

Una volta completato il lavoro di montaggio del modulo elettronico di figura 2, questo verrà introdotto in un contenitore metallico, con funzioni di schermo elettromagnetico e piano di massa. Su questo si potranno applicare due bocchettoni schermati in veste di prese di entrata ed uscita del segnale originale e di quello elaborato (E - U).
I conduttori saranno rappresentati da cavi schermati, mentre i due trimmer R2 - R3 dovranno essere scelti fra i modelli muniti di perno di comando in plastica.
Riassumendo, sulle due parti laterali del contenitore metallico verranno applicati i due bocchettoni di entrata e di uscita del segnale, sulla parte anteriore, attraverso tre opportuni fori, compariranno i perni di comando dei due potenziometri e la levetta del commutatore S1. Poi, sui due perni di R2 ed R3 si applicheranno altrettante manopole di regolazione del volume sonoro.
In taluni casi, per essere certi di agire sicuramente sulla frequenza fondamentale del suono, e non sulle sue armoniche superiori, soprattutto in presenza di suoni alquanto distorti, conviene inserire, in parallelo con la resistenza R1, tra il condensatore C1 ed il gate (g) del transistor FT1, un condensatore di alcune decine di picofarad. Una resistenza da 10.000 ohm - 1/8 W, invece, deve essere applicata tra C1 ed il gate di FT1. Si realizza in tal modo un filtro in grado di attenuare le armoniche e di agire soltanto sulla nota presente; ma il condensatore deve essere tanto grosso da lasciar passare la nota più alta che lo strumento musicale può suonare.
Terminano a questo punto i nostri consigli ed i suggerimenti relativi al buon funzionamento del raddoppiatore di ottava musicale, che vogliamo inserire in quella preziosa collezione di progetti, appositamente concepiti per la produzione di originali e ricercati effetti sonori, che gli appassionati di musica leggera applicano alle loro esecuzioni attraverso un continuo processo di rinnovamento e di attualità, dopo aver abbandonato i pedali degli apparati distorsori più classici, nella più completa accettazione dei nuovi sistemi di dosatura del timbro della musica e della sua contemporanea doppiatura. Dato che finora è apparso a tutti impossibile suonare uno strumento a corde su due ottave contemporaneamente, o far esibire un secondo cantante su un'ottava più alta di quella del primo.

Avverte e segnala
la presenza
di forze fisiche esterne.

RIVELATORE DINAMICO

È un dispositivo in grado di far scattare un relè, o di attivare un buzzer, non appena che un sensore, principalmente costruito con un pezzetto di materiale deformabile, elastico e conduttore, subisce una qualsiasi pressione od urto, volontari o casuali, sulla sua superficie.

Chi pratica l'elettronica, intesa come hobby, certamente ha avuto occasione di familiarizzare con una lunga serie di sensori, ottici, termici, magnetici, elettromagnetici e così via. Difficilmente, invece, ha conosciuto un dispositivo sensore di forza o rivelatore di pressione, come quello che, in questa sede, stiamo per presentare. Eppure, la sensibilità alla pressione è un'attitudine fondamentale nella vita di ognuno di noi. Perché con essa riusciamo ad udire i suoni, oppure a costruire trasduttori acustici sempre più perfezionati, assieme a manometri di vario tipo e ai più comuni barometri.
Anche i pick-up dei giradischi funzionano in virtù della presenza di pressioni meccaniche, come pure avviene nelle bilance elettroniche moderne e nella massima parte dei sistemi di comando a pulsante. Oggi, poi, si progettano e costruiscono apparati di allarme che, in funzione di elementi indicatori della tenuta di condut-

Può essere utilizzato in veste di sensore di pioggia od umidità.

È sensibile ad ogni tipo di pressione esercitata su gomma conduttrice.

ture e serbatoi, impiegano i trasduttori di pressione, talvolta e solamente per segnalare un contatto anomalo od un vero urto. Ma i sensori di pressione possono essere concepiti nei modi più svariati, appellandosi ai molti principi noti della scienza e della tecnica, giacché la pressione, ovvero la forza esercitata su una superficie, svolge un ruolo di notevole rilievo in molti fenomeni fisici. Per esempio in quelli piezoelettrici, che consentono la formazione di elevati potenziali su cristalli sottoposti a deformazioni meccaniche. In ogni caso, tuttavia, è sempre possibile concepire dei sensori di pressione di facile comprensione, realizzazione ed applicazione. Anzi, in talune circostanze, con grande sorpresa per l'operatore, è proprio l'uso del sensore più semplice ed economico ad offrire le migliori prestazioni. Così come avremo modo di dimostrare con il nostro elementare rivelatore dinamico.

IL SENSORE

Osservando il progetto di figura 1, si nota che il dispositivo è composto, principalmente, di tre parti: il sensore S, il circuito elettronico ed il relè accoppiato ad un segnalatore acustico, esattamente un buzzer (BA) di tipo attivo. Dunque, l'esame del rivelatore di pressione deve iniziare dalla sinistra dello schema di figura 1, ossia dall'elemento S.
Come è noto, la resistenza di un conduttore è direttamente proporzionale alla sua lunghezza ed inversamente proporzionale alla sezione. Ciò in pratica significa che, fra due conduttori della stessa sezione, quello più lungo assume un valore ohmmico maggiore; mentre a parità di lunghezza, ma con diversa sezione, la minor resistenza ohmmica si misura nel conduttore più grosso. Ora, tenendo conto di questa importante legge dell'elettrologia, si è pensato di sfrutta-

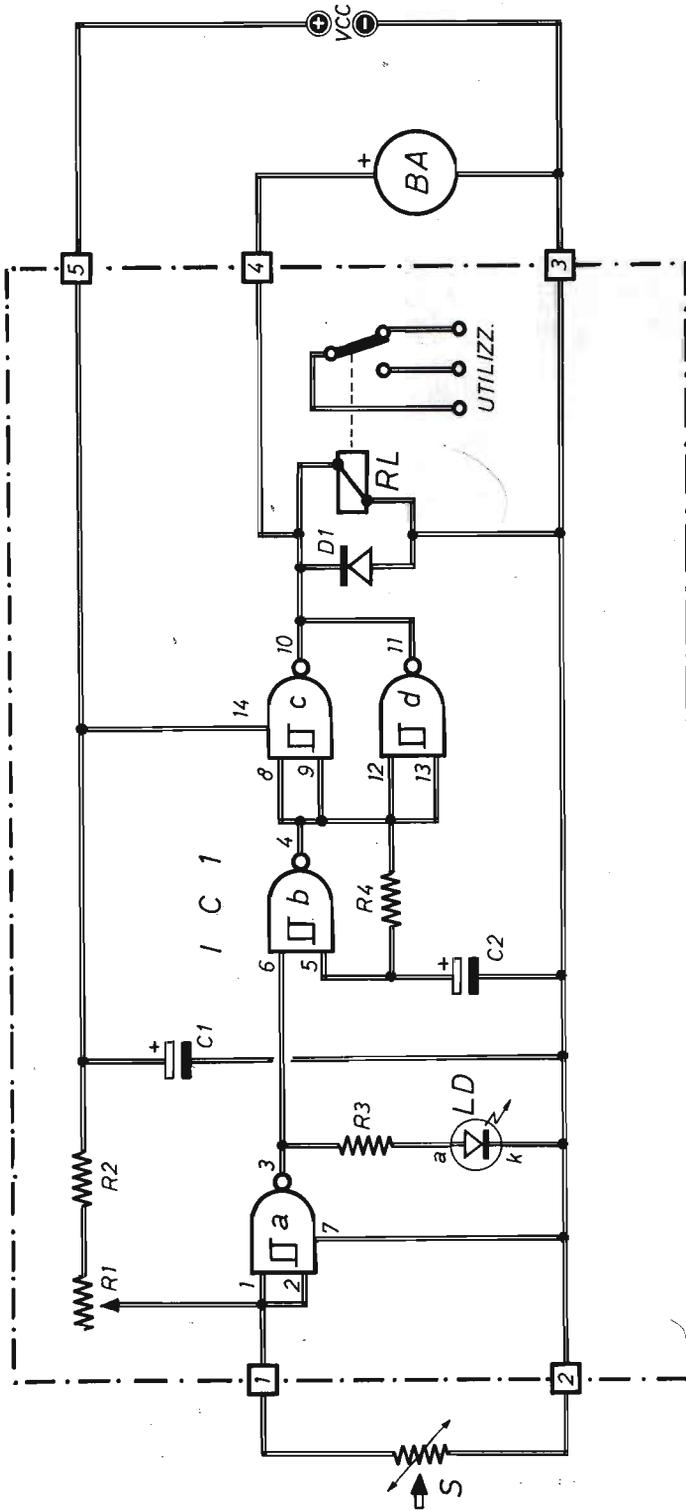



Fig. 1 - Progetto del rivelatore dinamico. Le linee tratteggiate delimitano la sezione schematica da realizzare su una basetta supporto con circuito stampato. Il trimmer R1 regola la sensibilità del dispositivo, ovvero la soglia di scatto dell'integrato e, conseguentemente, del relè RL e del buzzer BA.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 10 μF - 16 Vl (elettrolitico)
C2 = 10 μF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 100.000 ohm (trimmer)
R2 = 1.000 ohm - 1/4 W
R3 = 680 ohm - 1/4 W
R4 = 270.000 ohm - 1/4 W

Varie

IC1 = 4093B
LD = BIG-LED
S = sensore (vedi testo)
D1 = 1N4004 (diodo al silicio)
RL = relè (12 Vcc - 300 ohm ÷ 500 ohm)
BA = BUZZER (attivo - Murata)
VCC = 12 Vcc ÷ 15 Vcc (stabilizz.)

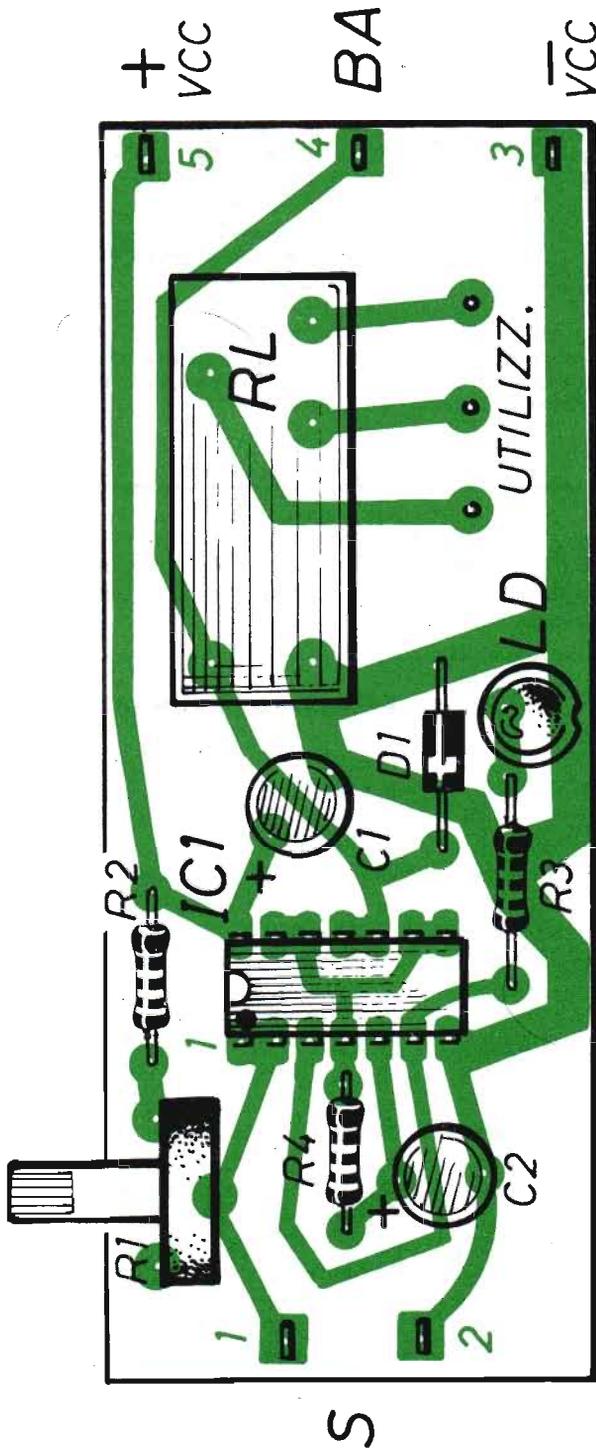



Fig. 2 - I conduttori, provenienti dal sensore S, vanno saldati a stagno sui capicorda 1 - 2 del modulo elettronico, mentre quelli del buzzer attivo polarizzato debbono essere collegati con le piazzole di rame contrassegnate con i numeri 4 - 3, senza scambiare tra loro il positivo con il negativo.

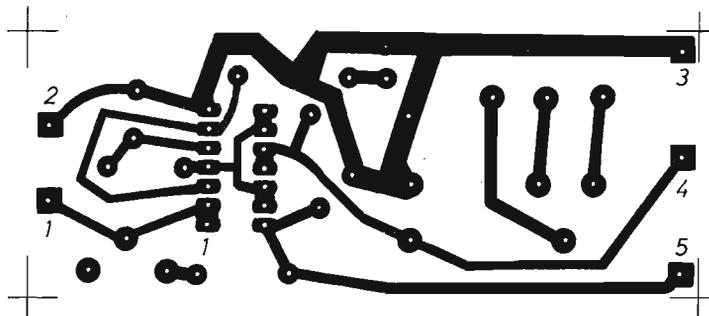
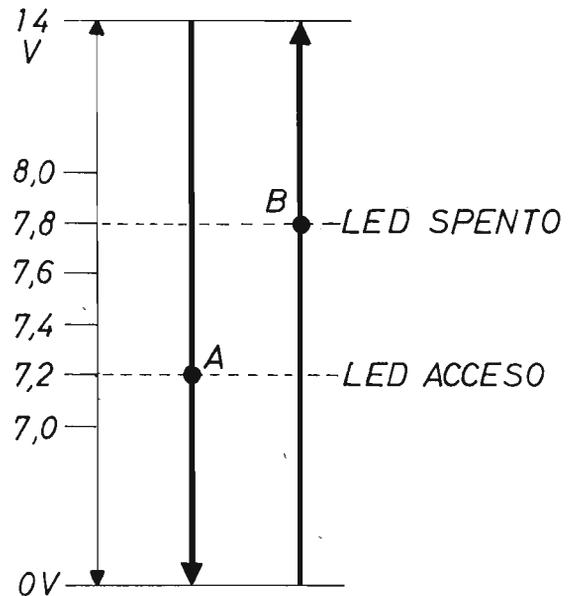



Fig. 3 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato, da riprodurre su una delle due facce di una basetta di materiale isolante delle dimensioni di 9 cm x 3,5 cm, necessario per la costruzione del modulo elettronico del rivelatore di pressione.

re tale concetto nel nostro rivelatore dinamico, riducendo il problema alla sola scelta del materiale in grado di mutare valore resistivo durante le sollecitazioni meccaniche esercitate sul suo corpo. Occorreva quindi individuare un tipo di elemento, sufficientemente buon conduttore di elettricità e facilmente deformabile in modo reversibile, ossia di natura quasi elastica.
In commercio esistono molti prodotti utilizzabili a questo scopo, come ad esempio le gomme conduttive, più o meno soffici, o i vari composti di plastica, più o meno rigidi, ma tutti rappresentati da un'ampia scelta di modelli. Ai nostri lettori, invece, per questo particolare dispositivo, consigliamo l'impiego di una spugnetta conduttiva, del tipo di quelle con cui vengono confezionati e conservati i circuiti integrati sensibili alle scariche elettrostatiche che sono praticamente e abbondantemente disponibili presso tutti i laboratori e che, siamo certi, si possono reperire gratuitamente presso ogni rivenditore di componenti elettronici.
Una tale spugnetta, generalmente, è soltanto blandamente conduttiva e nei tipi migliori può stabilire variazioni resistive fra qualche migliaio di ohm e le unità di megaohm, anche se in alcuni modelli si raggiungono valori resistivi ancor più elevati. In ogni caso, per rimanere sensibilizzati da impedenze tanto alte, occorrono circuiti elettronici appositamente progettati, ma non necessariamente complessi e costosi. Come quello pubblicato in figura 1 che, utilizzando un integrato in tecnologia Mos Complementare (CMOS), lavora con tutta naturalezza sulle impedenze elevate, senza peraltro sollevare aspetti critici o rinunciare a sicure ed eccellenti prestazioni.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Quando il sensore S di figura 1, cioè la spugnetta conduttrice, subisce una compressione, il valore resistivo di questa diminuisce. Viceversa, quando ritorna allo stato fisico naturale, la resistenza aumenta. Dunque, il sensore S, allo scopo di capire il funzionamento del dispositivo, va considerato come una resistenza variabile, che provoca variazioni di tensione sugli ingressi 1 - 2, collegati assieme, della prima porta NAND dell'integrato IC1, segnalata con la lettera "a".
Il trimmer R1 regola la tensione, proveniente dall'alimentatore VCC, sulle due entrate della sezione "a" di IC1, affinché il diodo led LD rimanga appena spento. Perché in queste condizioni gli ingressi del primo NAND (1 - 2) si trovano sicuramente allo stato logico "1", mentre l'uscita (piedino 3) si trova allo stato logico "0".
Ora, se il sensore S subisce una compressione, la sua resistenza diminuisce e diminuisce pure la tensione prima stabilita sui terminali 1 - 2 della porta "a" di IC1, che raggiungono, conseguentemente, lo stato logico "0", mentre il piedino d'uscita del NAND va ad "1" e provoca l'accensione del led LD, che precedentemente era spento.
Riassumendo, se il sensore S rimane immune da urti o pressioni, il led è spento; viceversa, il

Fig. 4 - In questo schema grafico viene interpretato il fenomeno dell'isteresi, ampiamente analizzato nel testo e per il quale le tensioni di accensione e spegnimento del diodo led sono diverse, a seconda che queste variano in salita o in discesa.

led si accende quando il sensore S subisce una qualsiasi sollecitazione meccanica esterna di compressione. Ciò significa pure che, in sede di taratura del circuito di figura 1, il trimmer R1 va regolato in modo che il led si trovi appena sulla soglia di accensione, ma spento.
È stato fin qui raggiunto un sistema, semplice e sicuro, di rivelazione di pressione, esercitata sul sensore S, di natura ottica. Vediamo adesso come la stessa pressione possa venir rivelata anche acusticamente ed in altro modo attraverso un relè elettromeccanico.

BUZZER E RELÈ

L'integrato IC1 contiene internamente quattro porte NAND a due ingressi. La sua tabella della verità può essere sintetizzata nella seguente espressione: l'uscita è bassa se e soltanto quando entrambi gli ingressi sono contemporaneamente alti. Ogni entrata, poi, è dotata di una isteresi pari a circa il 50% della tensione di alimentazione. Per esempio, se il circuito di figura 1 è alimentato con la tensione di 14 Vcc, ogni ingresso commuta sul valore di tensione di 7,2 V circa, se la tensione è in diminuzione, mentre con la tensione in salita la commutazione si verifica sul valore di 7,8 V, con una differenza di 0,6 V tra innesco e disinnesco. In ciò consiste il fenomeno di isteresi illustrato graficamente in figura 4. Nella quale con la linea nera A si valutano i valori della tensione calante, con la B quelli della tensione crescente. In questo schema, quindi, si dimostra come il diodo led si accenda e si spenga su soglie di tensione diverse, a seconda che la tensione stessa sia in discesa o in salita.
Per chiudere la parentesi sull'isteresi, possiamo ancora aggiungere che questo fenomeno aumenta l'immunità al rumore del terminale 1 del circuito di figura 1.
Quando la sezione "b" di IC1 riceve dal piedino 3 del primo NAND lo stato logico "1", questa oscilla alla frequenza di 1 Hz e tale oscillazione viene inviata poi alle sezioni "c" e "d".
La sezione "b" di IC1 costituisce un oscillatore controllato dal livello presente sul piedino 6. Pertanto il NAND oscilla se il livello logico è alto. Le oscillazioni si verificano attraverso la resistenza R4, attorno alle cariche e scariche del condensatore elettrolitico C2. Quindi, coloro che volessero aumentare la frequenza di oscillazione, dovranno diminuire il valore capa-

Fig. 5 - Ritagli di gomma conduttrice, fra i quali il lettore potrà individuare quello maggiormente adatto alla composizione della sonda del dispositivo di rivelazione di urti e pesi.

citivo del condensatore C2 che, se di valore inferiore a quello prescritto nell'elenco componenti, conviene che sia al tantalio o ceramico.
Le sezioni "c" e "d" di IC1 sono collegate in parallelo allo scopo di raddoppiare l'intensità della corrente in uscita, elevandola a valori sufficienti a sensibilizzare il relè RL ed il buzzer attivo BA.
Ovviamente, qualora la funzione del buzzer fosse ritenuta sufficiente, come elemento di segnalazione, il relè RL potrà essere eliminato dal circuito e viceversa.
A conclusione dell'esame dell'integrato IC1 possiamo aggiungere che, a molti lettori, potrà sembrare strano che il modello 4093B possa riuscire a pilotare contemporaneamente relè e buzzer, eppure, dopo aver sottoposto il prototipo a prova di funzionamento continuato, per un'intera settimana, possiamo qui affermare che l'integrato, più volte controllato, è rimasto costantemente alla temperatura ambientale.
Per quanto riguarda l'alimentazione del circuito di figura 1, ricordiamo che questa dovrà essere preferibilmente stabilizzata e priva di disturbi; quindi, eventualmente filtrata con circuiti LC (induttivo-capacitivi), senza mai superare il valore di 15 Vcc. Inoltre per raggiungere una sicura protezione dell'integrato IC1 dalle scariche di tensione, cui i modelli CMOS della serie 4000 sono particolarmente esposti, è consigliabile collegare fra i terminali 1 - 2 del circuito di figura 1, un diodo zener da 12 V - 1 W, con il catodo rivolto verso il terminale 1. Contemporaneamente si dovrà inserire, fra il catodo dello zener e gli ingressi 1 - 2 (piedini) della sezione "a" di IC1, una resistenza da 100.000 ohm.

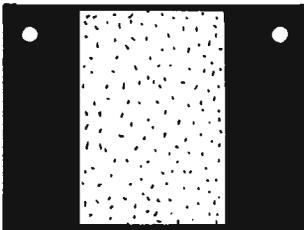



Fig. 6 - Disegno in grandezza naturale della basetta di vetronite, la cui zona centrale è stata completamente liberata dalla superficie ramata, sulla quale si costruisce la sonda del rivelatore di pressione.

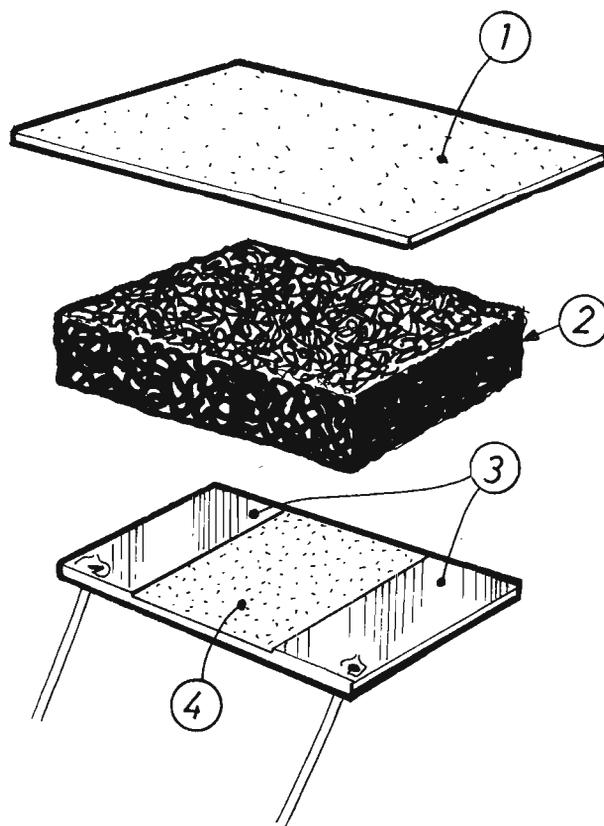



Fig. 7 - Esposizione particolareggiata degli elementi che compongono la sonda rivelatrice di forze esterne. A partire dall'alto al basso, si notano: la piastra di vetronite di chiusura del pacchetto (1); la porzione di gomma o spugna conduttrice (2); il circuito stampato con le due fasce laterali conduttrici (3) e la zona centrale isolante (4).

COSTRUZIONE DELLA SONDA

I momenti costruttivi del rivelatore dinamico sono due. Dapprima si realizza la sonda S ed in secondo tempo il modulo elettronico, il cui schema è pubblicato in figura 2.
La composizione particolareggiata dell'elemento sensibile è presentata in figura 7. I suoi tre componenti sono:

1 - Piastra di vetronite
2 - Spugna conduttrice
3 - Circuito stampato

La forma d'insieme è rettangolare e le dimensioni sono: 3 cm x 4 cm. La piastrina superiore di vetronite, ovviamente, è priva di superficie ramata, ossia completamente isolante. La gomma o spugna conduttrice va ritagliata, nella misura citata, da un campione scelto fra alcuni ritagli, quelli segnalati in figura 5. Il circuito stampato, ovvero il terzo elemento del sensore, va sottoposto ad un certo trattamento, prima di chiudere il pacchetto illustrato in figura 7. In pratica, da questo, si deve asportare il rame che occupa la porzione centrale e che, in figura 7, è segnalato con una superficie punteggiata nel particolare 4, mentre rimangono le due fasce laterali di rame (particolare 3).
La figura 6, che presenta il circuito stampato in grandezza naturale, consente di rilevare le dimensioni della superficie centrale di bachelite o vetronite, che sono di 2 cm x 3 cm circa. Ma se questi non sono elementi da rispettare troppo rigorosamente, nessuna tolleranza può essere

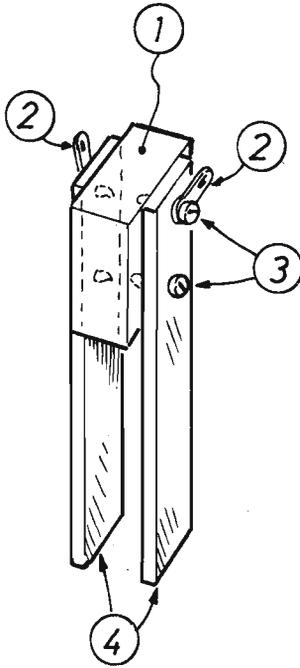



Fig. 8 - Composizione della sonda di controllo dei livelli di liquidi. Le parti che concorrono alla costruzione dell'elemento sono: blocchetto di plexiglàs (1), capicorda (2), viti di fissaggio (3), sbarrette di rame (4).

concessa alla netta separazione tra le due zone ramate, che debbono risultare assolutamente e completamente isolate fra loro.
Sulle due superfici ramate, in posizione angolare, come segnalato in figura 7, si saldano a stagno i conduttori che, all'altro terminale, raggiungono le piazzole 1 - 2 del circuito stampato del modulo elettronico di figura 2. Tuttavia, se questi dovessero assumere una lunghezza notevole, dovranno necessariamente essere sostituiti con un cavetto schermato, applicando poi il conduttore interno al capocorda 1 del progetto e al 2 la calza metallica.
Per eliminare la presenza di segnali a radiofrequenza residui, potrebbe rivelarsi necessario l'inserimento, in parallelo con i terminali 1 - 2 del modulo elettronico di figura 2, di un condensatore ceramico da 100.000 pF.
Coloro che volessero utilizzare il progetto presentato in questa sede come strumento di segnalazione di umidità o presenza improvvisa d'acqua, per esempio per avvertire eventuali fughe o perdite nelle lavatrici, dovranno servirsi del solo circuito stampato di figura 6, peraltro diversamente concepito, cioè con una zona centrale priva di rame, ridotta a qualche millimetro di larghezza. Per questa applicazione, quindi, le variazioni resistive non sono più esercitate dalle deformazioni della spugnetta conduttrice, ma dalla maggiore o minore conduttività dell'acqua.
Per utilizzare invece il progetto come sistema di allarme o, comunque, di segnalazione del livello di un liquido in una vasca, in una botte o in una cisterna, l'elemento sensore deve essere composto nel modo indicato in figura 8. Nella quale con il numero 1 è raccomandato l'impiego, in veste di ottimo isolante, di un blocchetto di plexiglas, con il 2 sono presentati i due capicorda, sui quali si saldano a stagno i conduttori che vanno a raggiungere il modulo elettronico, con il 3 le viti di fissaggio e con il 4 le due sonde di rame, le cui misure, di valore puramente indicativo, possono essere di 2 cm x 10 cm, con uno spessore di 2 mm, dato che le dimensioni della sonda di figura 8 non sono affatto critiche e vengono dettate dalle diverse circostanze di pratica applicazione.

IL MODULO ELETTRONICO

Lo schema realizzativo del modulo elettronico del rivelatore dinamico è illustrato in figura 2. Per la sua costruzione occorre servirsi di una basetta supporto, di materiale isolante, con circuito stampato, il cui disegno in grandezza reale è pubblicato in figura 3.
Le dimensioni della basetta sono di 9 cm x 3,5 cm e questa può essere, indifferentemente, di bachelite o di vetronite.
Come prescritto nell'elenco componenti, il relè RL, alimentabile con la tensione continua di 12 V, deve avere un valore resistivo compreso fra i 300 ohm e i 500 ohm, che non deve essere in alcun modo inferiore ai 300 ohm; quello ideale è il più prossimo ai 500 ohm.
Il buzzer BA, essendo un modello di tipo attivo, rimane polarizzato, ovvero munito di conduttore positivo e negativo. Servendosi di un componente MURATA, il conduttore positivo è di color rosso, quello negativo è nero. Il conduttore rosso, dunque, va collegato con la piazzola 4 del modulo elettronico di figura 2, quello nero

con la piazzola contrassegnata con il numero 3, che è poi la stessa nella quale si applica la tensione di alimentazione negativa.
Utilizzando, come elemento segnalatore della pressione, il solo buzzer, la tensione di alimentazione può variare fra i 9 Vcc e i 14 Vcc. Ma impiegando il relè RL, oppure entrambi gli elementi, relè e buzzer, la tensione di alimentazione del dispositivo deve rimanere compresa fra 12 Vcc e 14 Vcc. Questa inoltre, come è stato in precedenza raccomandato, è in ogni caso da preferirsi se di tipo stabilizzato.
L'integrato IC1 va innestato per ultimo nel suo corrispondente zoccoletto, senza eccessive e pericolose manipolazioni, dato che si tratta di un CMOS, troppo sensibile alle cariche elettrostatiche e, soprattutto, alle scariche di tensione, che possono danneggiarlo irreparabilmente.
Per il led LD si consiglia di montare nel circuito un modello BIG, ovvero un led di dimensioni superiori a quelle normali.
A lavoro ultimato, si dovrà tarare il trimmer R1, che controlla la sensibilità di intervento del rivelatore dinamico. Quest'ultima operazione va eseguita con la massima calma e con una serie di prove successive, ovvero applicando al sensore S varie forze di compressione e tenendo conto che le variazioni resistive di questo oscillano, nei valori tipici, fra i 100.000 ohm, in assenza di peso e 2.000 ohm, in presenza della massima pressione esercitata con il dito pollice di una mano.

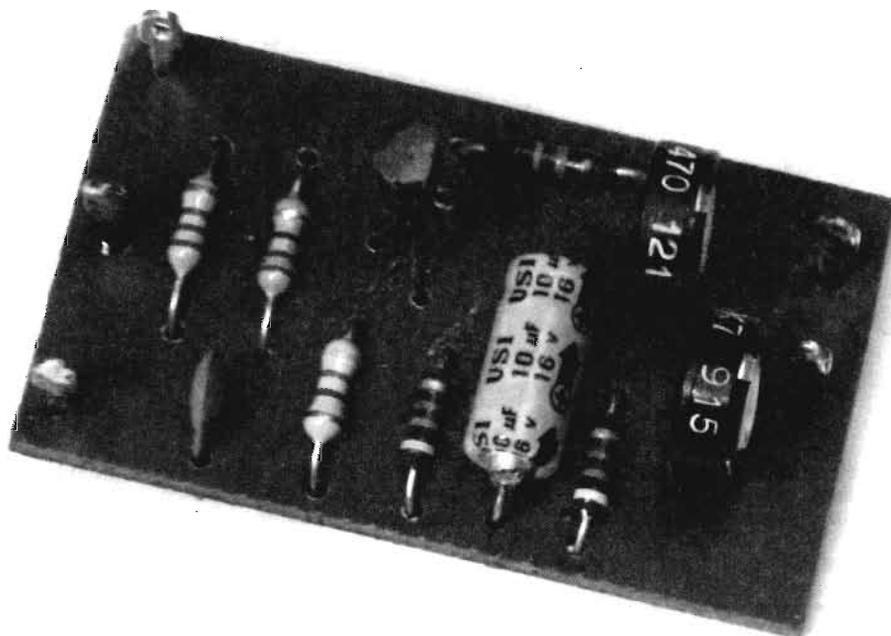
STRENGTH METER

MISURATORE DI CAMPO

Tutti i radioricevitori a carattere professionale e, in misura particolare, quelli utilizzati dai radioamatori e dagli utenti della banda cittadina, sono dotati dell'S-Meter, ovvero di quello strumento che misura (meter) l'intensità (strenght) del segnale radio ricevuto. Alcuni apparati, tuttavia, talvolta di provenienza surplus, pur vantando pregi non comuni, ne sono sprovvisti. Ecco perché, con la presentazione di questo semplice ed economico progettino, si sono voluti aiutare quei lettori che, ben intenzionati ad aggiungere ai loro apparecchi riceventi un valido misuratore di campo, ancora non hanno trovato una soluzione idonea del problema. Con l'avvertimento che questo modello di segnalatore può essere adottato soltanto in presenza delle bande ad onda lunga, media e corta in modulazione d'ampiezza (AM), ma non di quelle a modulazione di frequenza (FM), per le quali servirebbe un circuito assai più complesso di quelli pubblicati nelle figure 2 e 3. D'altra parte occorre considerare che, sulla gamma a modulazione di frequenza, lavorano quasi esclusivamente le emittenti commerciali e, come tutti hanno potuto constatare, fra gli 80 MHz e i 110 MHz l'intensità dei segnali è talmente elevata che l'indice dello strumento analogico dell'S-Meter, qualora venisse inserito nel ricevitore radio, rimarrebbe costantemente a fondo-scala. Dunque, in FM il dispositivo chiamato in causa non serve. Anche perché il guadagno, negli appositi ricevitori, è limitato al solo stadio preamplificatore a radiofrequenza, onde evitare eccessive distorsioni nella sezione miscelatrice del convertitore di frequenza.

Questo semplice ed economico dispositivo, che preleva il segnale da valutare dal circuito di controllo automatico di guadagno dei radioricevitori, offre al radioascoltatore l'opportunità di arricchire la propria stazione ricevente con uno strumento di indiscussa utilità.

IL CIRCUITO CAG

In tutti i ricervitori dotati della gamma di ricezione a modulazione d'ampiezza, chiamata AM, esiste un particolare circuito che, un tempo, veniva segnalato con la sigla CAV, ovvero Controllo Automatico di Volume, ma che oggi vien definito, assai più modernamente, tramite la denominazione di circuito CAG, cioé circuito di Controllo Automatico del Guadagno, il cui principio di funzionamento è schematizzato in figura 1.
La presenza di questi circuiti di controllo va in-

Visualizzate l'intensità dei segnali ricevuti.

È indispensabile nelle operazioni di messa a punto degli impianti d'antenna.

Consente di emettere giudizi obiettivi sull'efficienza dei collegamenti via radio.

dividuata nella necessità di evitare la saturazione dei vari stadi in occasione di presenza di segnali forti captati dall'antenna.
Nel mondo della radio si conoscono circuiti di controllo di guadagno sia per gli stadi a radiofrequenza, sia per quelli a frequenza intermedia. Nel primo caso, tali circuiti provvedono al corretto funzionamento del convertitore del circuito supereterodina, nel secondo servono a garantire il miglior rapporto segnale disturbo. Ma ritorniamo allo schema a blocchi di figura 1, per meglio analizzarne il funzionamento.
Il diodo rivelatore, inserito sull'uscita del quarto blocco, cioè a valle del terzo stadio di media frequenza, fornisce due tensioni: quella che identifica il segnale audio, che va a raggiungere il potenziometro regolatore di volume sonoro del ricevitore radio e quella continua, con polarità tale da diminuire la tensione di polarizzazione di base dei transistor amplificatori che pilotano le sezioni 1° MF - 2° MF - 3° MF. Questa tensione continua e di polarità inversa è proporzionale all'intensità del segnale captato dall'antenna. Ne consegue che, in assenza di segnali sintonizzati o in presenza di quelli debolissimi, l'apparecchio radio amplifica nella massima misura possibile. Viceversa, in occasione di segnali forti, questi subiscono la necessaria riduzione da parte del CAG.
Nella realtà applicativa, un buon circuito automatico di guadagno vanta una dinamica di 60 dB, elevabile fino a 100 dB.

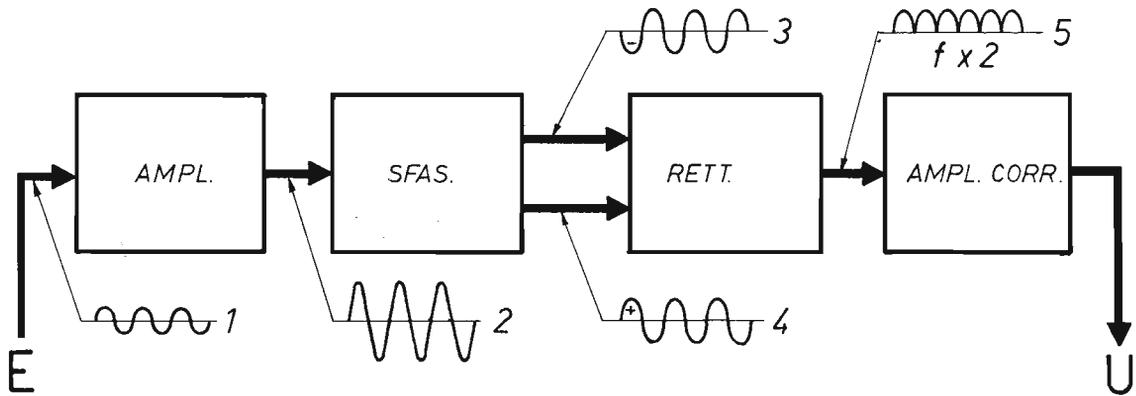



Fig. 1 - Schema a blocchi, rappresentativo dei primi stadi di un ricevitore radio a modulazione d'ampiezza (AM), in cui è dato particolare rilievo alla rete CAG (Controllo Automatico di Guadagno). Il segnale di pilotaggio dell'S-Meter va prelevato dal punto E, a valle del diodo rivelatore.

La linea CAG del circuito di figura 1 è di tipo a tensione negativa ed è quella caratteristica dei moderni radioricevitori che montano transistor NPN, e nei quali la linea di alimentazione negativa si identifica con quella di massa.
Nei ricevitori radio di vecchio tipo, in cui sono montati transistor PNP, con le basi alimentate negativamente, il diodo rivelatore assume la posizione inversa di quella indicata in figura 1. In ogni caso occorre ricordare che la tensione CAG, in tutti i ricevitori radio, è presente sul diodo rivelatore che precede il potenziometro di volume, ovvero sul punto E di figura 1. Tuttavia, per essere certi che questa particolare tensione sia proprio quella da utilizzare nell'impiego dell'S-Meter, conviene sempre effettuare un controllo con il tester, che deve segnalare valori di tensioni debolissimi, compresi fra O V e 1 V e comunque variabili a seconda della potenza del segnale ricevuto.

DUE CIRCUITI QUASI UGUALI

Qualcuno potrebbe osservare che il problema, fin qui sollevato, potrebbe trovare la sua più naturale ed immediata soluzione con la semplice applicazione di un microamperometro sul punto E dello schema di figura 1. Più esattamente fra quel punto e la linea di massa del ricevitore radio. Tuttavia, un simile comportamento, a causa della bassa impedenza o resistenza dello strumento di misura analogico, provocherebbe una decisa alterazione nel corretto funzionamento della linea del CAG, penalizzando le caratteristiche principali dell'apparecchio radioricevente. Dunque, per raggiungere lo scopo prefissato, serve un trasformatore di impedenza, come quello pubblicato in figura 2 o l'altro, del tutto simile, presentato in figura 3. Perchè soltanto con l'interposizione di questi circuiti adattatori di impedenza non si interferisce, in alcuna misura, sulla tensione della rete CAG.
I due progetti, riportati nelle figure 2 e 3, sono quasi uguali fra loro, perché la sola differenza che li contraddistingue va riscontrata nelle diverse polarità e nel modello di transistor FET utilizzato. Infatti, nel circuito di figura 2, la tensione di alimentazione negativa si identifica con la linea di massa ed il transistor FET è di tipo a canale N, mentre, nel circuito di figura 3, la linea di alimentazione positiva è collegata a massa ed il transistor FET è scelto fra i modelli a canale P. Per il resto tutto rimane invariato. Quindi, fatta eccezione per il FET, l'elenco componenti vale per entrambi gli schemi ed anche il piano costruttivo appare lo stesso. Ma il circuito di figura 2 va impiegato in quei ricevitori radio a modulazione d'ampiezza nei quali la linea di alimentazione negativa coincide con quella di massa mentre il circuito di figura 3 va utilizzato soltanto quando la linea positiva di

alimentazione del ricevitore è a massa. Nel primo caso, il FET utilizzato è il modello a canale N siglato 2N3819, nel secondo caso il FET, a canale P, è rappresentato dal modello 2N3820.

ESAME DEL CIRCUITO

Poiché, come è stato detto, i due circuiti riportati nelle figure 2 e 3 sono uguali, o quasi, l'esame teorico, qui di seguito presentato, vale per entrambi gli schemi.
Nel menzionare gli schemi delle figure 2 e 3 si è fin qui parlato di trasformatori o adattatori di impedenza ma, come ora avremo occasione di dire, i due progetti non rappresentano soltanto questo, giacché ad essi è pure conferita la funzione di circuiti misuratori del segnale radio ricevuto dall'apparecchio in cui si applica l'S-Meter.
Per ben penetrare il principio di funzionamento dei due circuiti in oggetto, si deve assimilare la funzione del transistor FET a quella di una resistenza variabile, comandata dalla tensione presente fra source (s) e gate (g). La quale interferisce sull'equilibrio del circuito a ponte presente a valle del transistor.
Il microamperometro µA, da 50 µA fondoscala, rimane collegato fra due rami del circuito a ponte, di cui il primo è formato dalle tre resistenze R6 - R7 - R8, mentre il secondo è composto dal transistor FET e dalla resistenza R4. Pertanto, in tale collegamento, il microamperometro µA rimane abbastanza insensibile alle variazioni della tensione di alimentazione, che si riflette su entrambi i rami del ponte, mentre diviene sensibilissimo il suo sbilanciamento, che può essere provocato dalle variazioni resistive del transistor FET.
La resistenza variabile R5, qui rappresentata da un trimmer, essendo collegata in serie con il microamperometro µA, ne determina la sensibilità. L'altro trimmer, invece, quello siglato con R7, consente di regolare l'equilibrio del circuito a ponte. Questo elemento necessita di quando in quando di alcuni lievi ritocchi, soprattutto in presenza di forti escursioni termiche.
L'alimentazione dei due circuiti delle figure 2 e 3, anche se ciò non è strettamente necessario, può essere di tipo stabilizzato. Ma in ogni caso deve rimanere compresa fra i valori di 6 Vcc e 12 Vcc.

MONTAGGIO

Il montaggio dell'S-Meter si effettua dopo aver accertato quale polarità della tensione di ali-

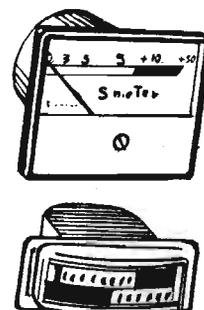
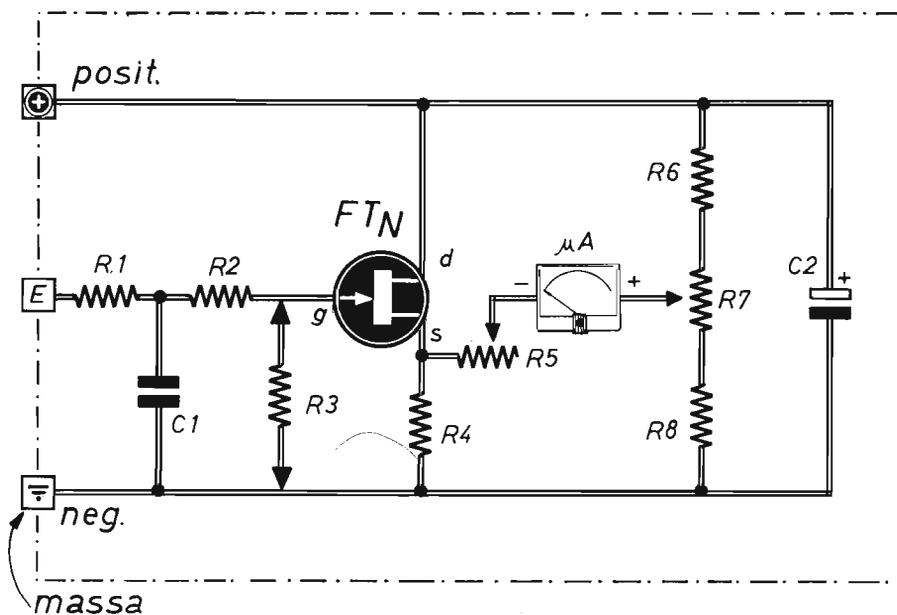



Fig. 2 - Circuito teorico di S-Meter applicabile a quei ricevitori radio con linea di alimentazione negativa a massa. Il transistor FTN è qui rappresentato dal modello 2N3819. Il trimmer R5 regola la sensibilità dello strumento, l'R7 consente di equilibrare il circuito a ponte.

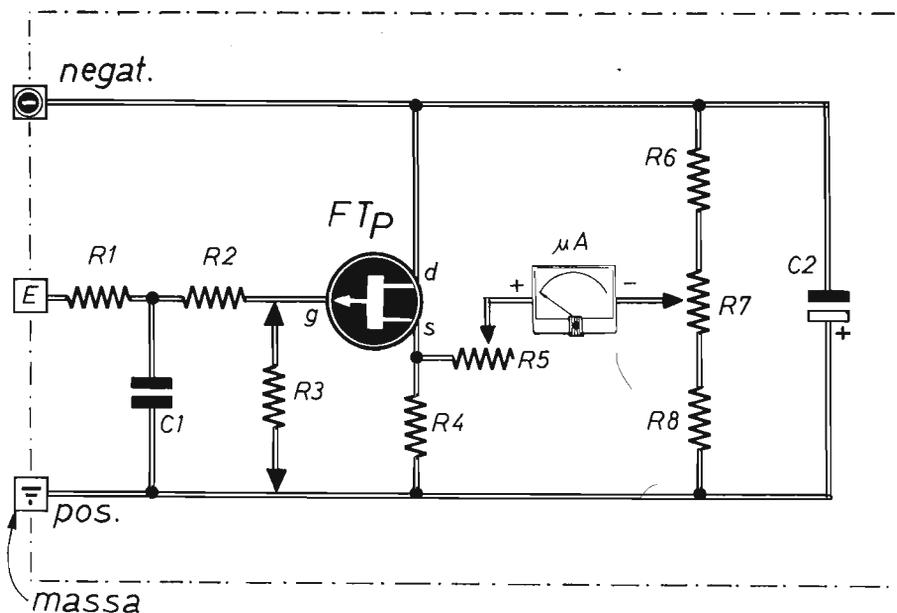



Fig. 3 - Circuito elettrico di S-Meter inseribile in quei ricevitori radio in cui la linea di alimentazione positiva si identifica con quella di massa. Il transistor a canale P è qui rappresentato dal modello 2N3820. Rispetto al circuito di figura 2, il senso di applicazione dell'alimentatore, del microamperometro e del condensatore elettrolitico, appare invertito.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 10.000 pF
C2 = 10 μF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 2,2 megaohm - 1/8 W
R2 = 2,2 megaohm - 1/8 W
R3 = 1 ÷ 10 megaohm (vedi testo)
R4 = 4.700 ohm - 1/8 W
R5 = 4.700 ohm (trimmer)
R6 = 680 ohm - 1/8 W
R7 = 470 ohm - (trimmer)
R8 = 470 ohm - 1/8 W

Varie

FTN = 2N3819
μA = microamper. (50 μA f.s.)
ALIM. = 6 Vcc ÷ 12 Vcc

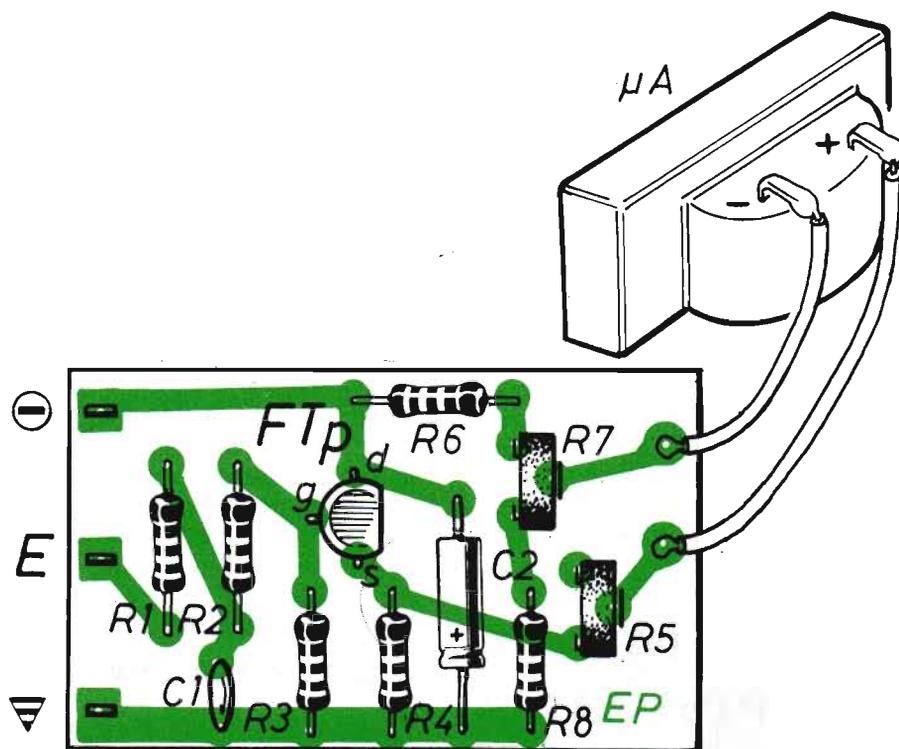



Fig. 4 - Il piano di cablaggio del modulo elettronico dell'S-Meter, qui presentato, si riferisce al circuito teorico di figura 3, quello con alimentazione positiva a massa.

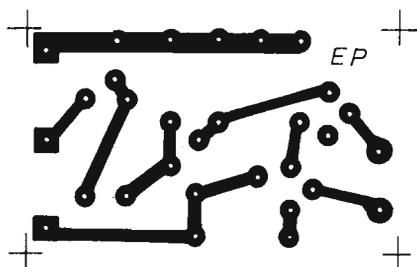



Fig. 5 - Disegno in grandezza reale del circuito stampato, da riportare su una delle due facce di una basetta supporto, di materiale isolante, delle dimensioni di 3 cm x 5 cm.

mentazione del ricevitore radio si identifica con la linea di massa. Conseguentemente la scelta deve cadere su uno dei due circuiti delle figure 2 e 3, che vanno montati nello stesso modo, ricordando, tuttavia, che le tre sole differenze vanno rilevate nel senso di orientamento delle polarità dell'alimentatore a 6 Vcc ÷ 12 Vcc, del microamperometro μA e del condensatore elettrolitico C2. Fra i componenti, invece, cambia soltanto il modello del transistor FET.
Dunque, una volta scelto il circuito, questo va cablato su una piastrina supporto di materiale isolante, bachelite o vetronite, di forma rettangolare, delle dimensioni di 3 cm x 5 cm, recante, in una delle sue facce, il circuito stampato, il cui disegno a grandezza reale è pubblicato in figura 5.
Il montaggio dell'S-Meter si esegue secondo quanto illustrato nel piano costruttivo di figura 4, che propone il cablaggio del circuito elettrico di figura 3, quello che utilizza il FET di tipo 2N3820 e nel quale la linea positiva è a massa, assieme all'elettrodo positivo del condensatore elettrolitico C2. Il morsetto positivo del microamperometro μA, invece è direttamente connesso con il cursore del trimmer R5.
Ovviamente, se avessimo pubblicato il piano costruttivo del circuito teorico di figura 2, avremmo dovuto presentare un disegno quasi uguale a quello di figura 4, ma con i terminali del microamperometro, dell'elettrolitico C2 e dell'alimentazione invertiti. Giacché per il transistor FTN nulla sarebbe mutato nel piano costruttivo, essendo la differenza di canale da N a P una caratteristica interna del semiconduttore, assolutamente indeterminante in sede costruttiva.
Facciamo presente che il modulo di figura 4 è un dispositivo ad altissima impedenza, quindi sensibile ai disturbi esterni e alle condizioni elettromagnetiche presenti nella zona vicina a quella di funzionamento. Ecco perché si consiglia, a montaggio ultimato e dopo aver terminate le necessarie operazioni di taratura e messa a punto, la completa schermatura del modulo, che si realizza inserendolo in un contenitore metallico quasi completamente chiuso, ma dotato di fori per il passaggio dei conduttori e per l'introduzione di un cacciavite di taratura dei trimmer R5 ed R7.

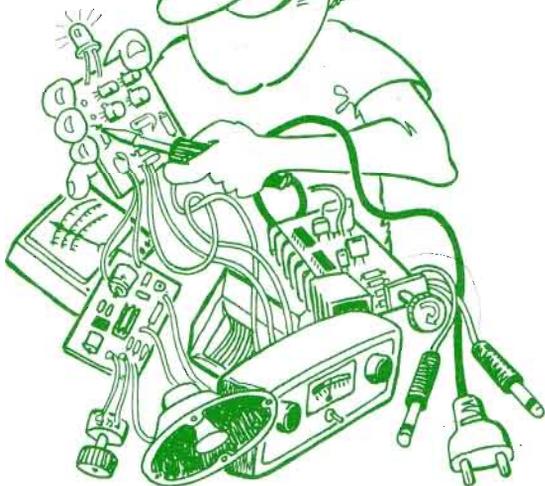
MESSA A PUNTO E TARATURA

Diciamo subito che la realizzazione dell'S-Meter, pur essendo semplicissima, richiede molta attenzione e che le operazioni di messa a punto e taratura vanno eseguite con il circuito a temperatura di regime.
Innanzitutto si potrebbe cominciare con l'individuazione, nel ricevitore radio, dello spazio dove inserire il microamperometro ed il modulo elet-

tronico di figura 4, naturalmente dopo essersi accertati che tutto funziona regolarmente. Ma cominciamo con l'elenco delle necessarie operazioni di taratura.
Il trimmer R7 va regolato in modo che l'indice del microamperometro, con il ricevitore radio acceso, ma senza segnale sintonizzato, si posizioni sullo zero. Il trimmer R5, invece, va regolato in modo che l'indice del microamperometro subisca la massima deviazione, dopo aver sintonizzato nella radio l'emittente locale più forte che si possa ricevere, ricordando che:

Trimmer R5 = sensibilità μA
Trimmer R7 = equilibrio ponte

Se il trimmer R5, che regola la sensibilità del microamperometro, non consentisse una regolare e sufficiente deviazione dell'indice dello strumento, allora si renderebbe necessario un immediato intervento sul valore della resistenza R3, tramite successivi tentativi e con i seguenti valori ohmmici: 1 megaohm, 2,2 megaohm, 3,3 megaohm, 4,7 megaohm, 10 megaohm, tenendo conto che ai valori resistivi maggiori corrispondono le più ampie deviazioni dell'indice del microamperometro. La massima deviazione, in ogni caso, si raggiunge senza inserire nel circuito la resistenza R3. E questi sono i reali motivi per cui, negli schemi delle figure 2 e 3, la resistenza R3 appare applicata con i reofori terminanti con due frecce.
Ovviamente, qualora si dovesse riscontrare che l'indice del microamperometro si sposta all'indietro, anziché in avanti, si dovrà arguire che lo strumento è stato inserito in senso errato. Ma basterà invertire l'ordine di collegamento dei due morsetti per riportare il tutto nel regolare funzionamento.
Concludiamo col ricordare che lo strumento più adatto per questa realizzazione è il microamperometro munito di scala tarata in millivolt (mV). Al rivenditore di materiali elettrici ed elettronici, quindi, si deve chiedere un microamperometro da 50 μA o 100 μA fondo-scala, per S-Meter, oppure un normale microamperometro da 50 μA fondo-scala.

CORSO ELEMENTARE DI ELETTRONICA

PRIMI PASSI

FOTORESISTENZE

Le fotoresistenze sono dispositivi sensibili alla luce, perché al variare di questa muta il valore ohmmico del componente. Praticamente, quindi, sono delle resistenze variabili, il cui simbolo elettrico è riportato in figura 1 e nel quale le piccole frecce simboleggiano i raggi di luce che colpiscono la fotoresistenza. Ma questa, a seconda del modello o della casa produttrice, può assumere aspetti esteriori diversi, come segnalato in figura 2, dove sono riprodotti tre tipi diversi, scelti fra quelli più comuni e maggiormente impiegati dai principianti.
L'involucro, nel quale è inserita la fotoresistenza, deve essere ovviamente di materiale trasparente, allo scopo di consentire ai raggi luminosi di colpire il componente nella sua zona più interna. Per esempio, nei modelli di fotoresistenze più moderni si ricorre all'incapsulamento in plastica che, agli evidenti vantaggi di robustezza, unisce quello del risparmio economico.
Le forme e le dimensioni delle fotoresistenze sono certamente tra le più disparate, ma in ogni caso condizionate dal pratico impiego dell'elemento. In particolare, le dimensioni rimangono sempre legate al valore massimo della potenza dissipabile, e ciò significa che, prima di acquistare una fotoresistenza, occorre avere idee chiare sul suo futuro utilizzo. Perché un modello chiamato a pilotare un relè viene sicuramente coinvolto da una potenza maggiore di quella in gioco nei circuiti di polarizzazione di base dei transistor alimentati a bassa tensione, per i quali è sufficiente una fotoresistenza a bassissima dissipazione. Dunque, là dove sono attive le maggiori potenze elettriche, le fotoresistenze sono più grandi, mentre quelle di piccole dimensioni si notano nei circuiti in cui tensioni ed amperaggi sono assai modesti.

COMPOSIZIONE STRUTTURALE

La figura 3 propone la schematizzazione strutturale, interna ed esterna, di una comunissima fotoresistenza.
Su un supporto di materiale inerte, che può essere di ceramica, mica od altro materiale isolante, viene depositato un sottile strato di solfuro

di cadmio, che rappresenta l'elemento sensibile alla luce. Il quale, anziché liberare elettroni esternamente al materiale, agisce internamente a questo, favorendo la conduzione elettrica, cioè variando la propria resistenza.
Sopra lo strato di solfuro di cadmio viene ulteriormente depositata, generalmente a forma di doppio pettine, una pellicola di materiale altamente conduttore, di solito l'argento e in qualche caso pure l'oro, per le loro proprietà di inerzia chimica. Si viene così a creare, fra le due bande conduttrici che costituiscono gli elettrodi della fotoresistenza, una serpentina di sostanza fotosensibile, che in pratica compone, nel minimo spazio concepibile, una lunga striscia di materiale fotoelettrico, in grado di esaltare la sensibilità del componente, anche se le dimensioni di questo appaiono molto ridotte.
Concludiamo ricordando che la fotoresistenza non è un dispositivo polarizzato e questo significa che, in sede di applicazione dell'elemento, nel circuito di impiego, non è assolutamente necessario rispettare alcun senso di inserimento, ma ciò del resto è facilmente intuibile se si pensa alla perfetta simmetria con cui è costruito il componente.

UN PROSPETTO ANALOGICO

Una volta che è stato considerato l'aspetto fisico del comportamento della fotoresistenza e della sua costruzione, non resta ora che descriverne le proprietà elettriche.
Tenendo conto che questo componente elettronico varia la propria resistenza al mutare della luce che la investe, si suole affermare che, al buio, la fotoresistenza si comporta come un isolante, assumendo valori resistivi che spesso superano il milione di ohm, per raggiungere talvolta anche i dieci megaohm. Ma, coll'aumentare della luce che la colpisce nella sua zona sensibile, la fotoresistenza diviene sempre più conduttrice, sino a raggiungere, sotto una luce intensa, valori di poche centinaia di ohm o, addirittura, di qualche decina di ohm.
In figura 4 abbiamo simboleggiato questo fenomeno, con lo scopo di renderlo maggiormente comprensibile, anche se i valori ohmmici, riportati in corrispondenza delle diverse condizioni di luminosità, debbono considerarsi soltanto indicativi, rimanendo questi principalmente definiti dal modello di fotoresistenza utilizzato. Di norma, tuttavia, le grandezze resistive sono quelle segnalate in figura 4, nella quale si nota

Fig. 1 - Simbolo elettrico della fotoresistenza. Le frecce indicano la sensibilità del componente ai raggi di luce che lo colpiscono.

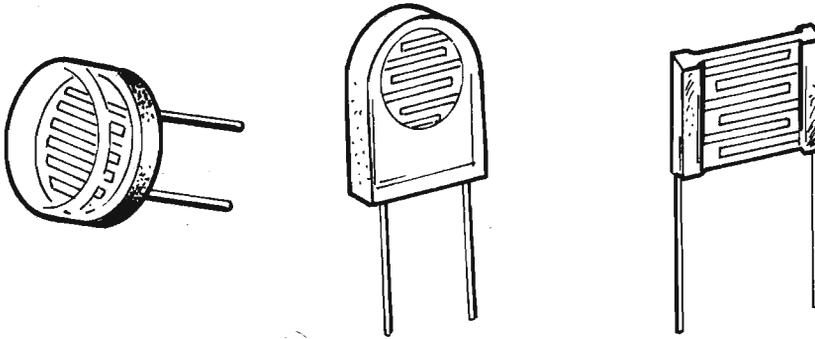



Fig. 2 - A seconda dell'impiego cui viene destinata la fotoresistenza ma, soprattutto, dal tipo di produzione industriale, questa può presentarsi in forme e dimensioni diverse. I modelli qui pubblicati sono stati scelti tra i più diffusi nel settore dilettantistico.

come al buio la resistenza sia quasi infinita, mentre alla luce del sole assume i minimi valori.
Quanto affermato potrà venire facilmente comprovato sperimentalmente realizzando le due operazioni suggerite nelle figure 5 e 6.
Con l'esperimento di figura 5 si verifica praticamente il concetto di variabilità resistiva della fotoresistenza al variare della luce cui viene esposta, allontanando o avvicinando la lampadina

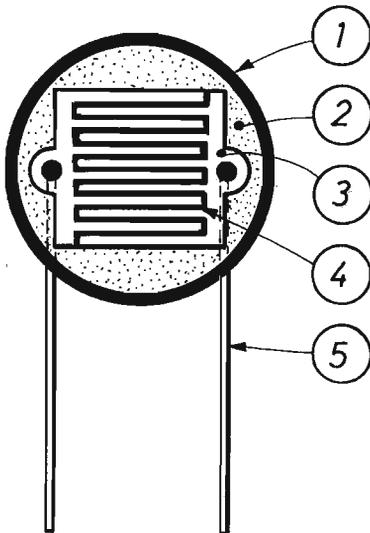



Fig. 3 - Struttura fisica di una fotoresistenza. I principali elementi che la compongono sono: il contenitore (1), il materiale inerte (2), la metallizzazione (3), la serpentina di materiale fotosensibile (4) e gli elettrodi (5).

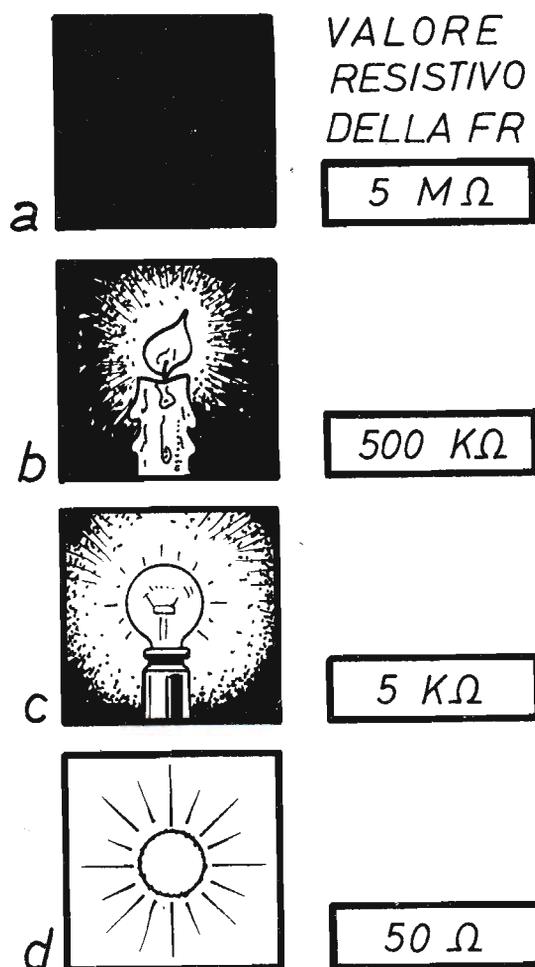



Fig. 4 - Prospetto analogico relativo al comportamento fisico di una fotoresistenza nelle più diverse condizioni di luminosità: al buio (a) in presenza della fiamma di una candela (b), alla luce di una lampadina (c) e durante l'esposizione ai raggi solari (d). I valori resistivi, qui elencati assumono soltanto significato indicativo, dato che in pratica variano a seconda dei modelli di fotoresistenze.

accesa alla parte sensibile del componente e dopo aver approntato il tester nella funzione ohmmetrica e sulla scala di ohm x 100.
Con la prova di figura 6, dopo aver spento la lampadina, si constata come il valore ohmmico della fotoresistenza sia aumentato a valori altissimi in assenza di luce.
In entrambi i controlli descritti, le fotoresistenze vengono alimentate dalla pila contenuta internamente al tester, quando questo funziona da ohmmetro.
Ovviamente, l'esperimento di figura 5 assume validità didattica nel rilevare le diverse grandezze resistive, segnalate dall'ohmmetro, durante lo spostamento della lampadina accesa in un senso o nell'altro. Ma in ogni caso questa prova suggerisce, immediatamente, una importante, pratica utilizzazione della fotoresistenza in funzione di elemento di allarme o di controllo. Perché basta sostituire il tester con una lampada od un relè e collegare in serie a questi una pila di alimentazione, per comporre il più elementare sistema informatore in relazione alle variazioni di luce ambientale. La lampada informatrice, infatti, si accende, oppure il relè si eccita, quando nel locale, in cui è sistemato il circuito, viene superato un determinato valore di soglia dell'intensità luminosa.

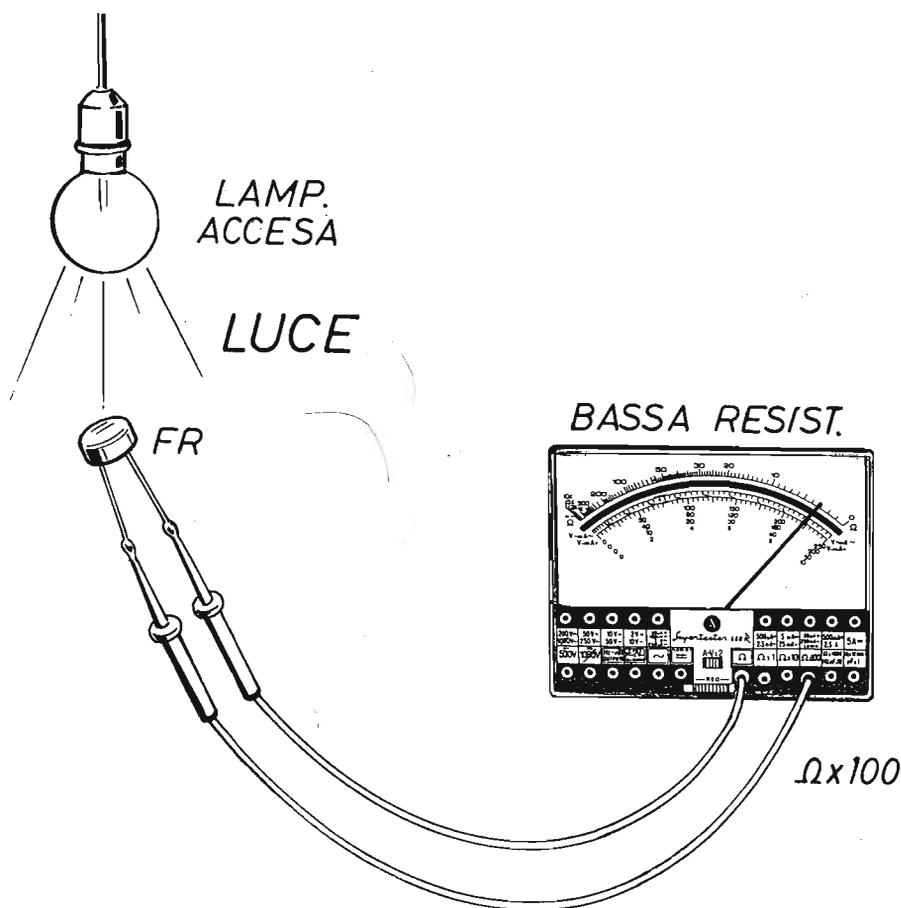



Fig. 5 - Tipico esperimento con il quale è facile dimostrare il comportamento elettrico di una fotoresistenza quando, alla sua parte sensibile, si avvicina o si allontana una lampadina accesa. Il tester, commutato nella funzione ohmmetrica, va utilizzato nella portata ohm x 100.

PILOTAGGIO DI TRANSISTOR

L'impiego di transistor, in veste di elementi di pilotaggio delle fotoresistenze, consente di estendere notevolmente le pratiche applicazioni di questi componenti elettronici. Perché i transistor possono amplificare di molto la sensibilità delle fotoresistenze, evidenziando pure le minime variazioni di luce incidente sulla zona sensitiva. Ma questo concetto può essere agevolmente interpretato attraverso l'esame del circuito applicativo di figura 7, nel quale, quando la fotoresistenza FR rimane al buio, una lampada LP, che si trova in luogo separato da TR, si accende e, viceversa, quando la FR è investita dalla luce, la LP rimane spenta. Riassumendo:

FR al buio = LP accesa
FR in luce = LP spenta

Del circuito teorico di figura 7 viene presentato più avanti lo schema pratico, la cui realizzazione troverà certamente utile impiego in moltissime applicazioni. Ma iniziamo subito l'analisi del

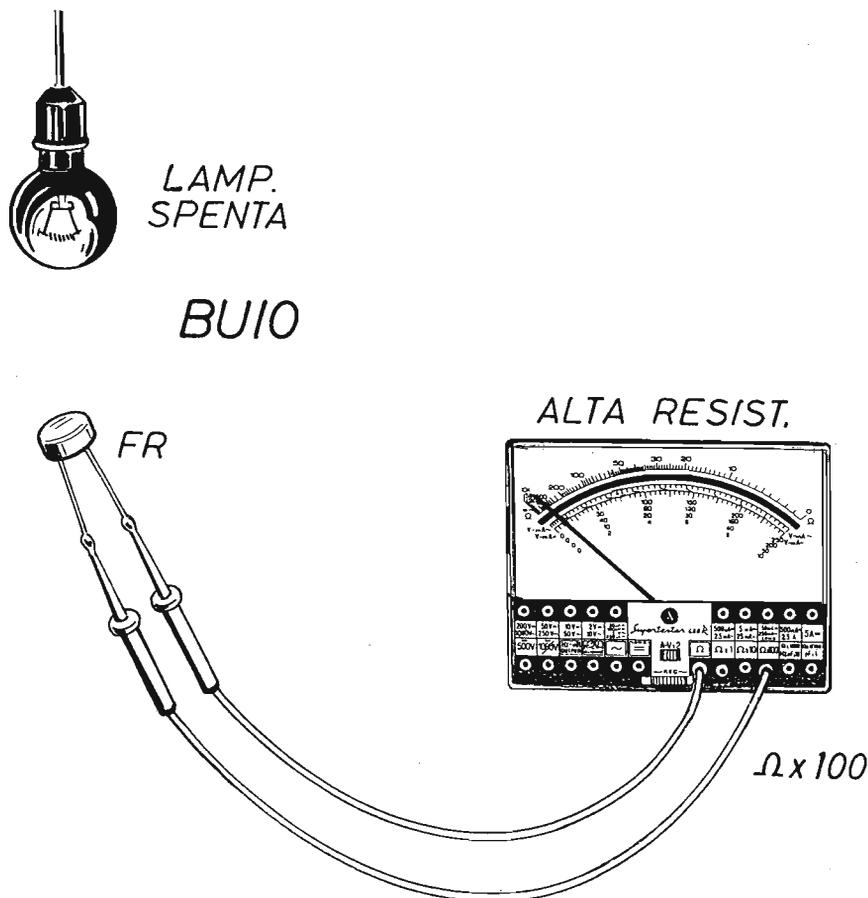



Fig. 6 - Quando una lampadina, che illumina la zona sensibile di una fotoresistenza, viene spenta, l'indice del tester, adoperato nella funzione di ohmmetro, si sposta dai valori più bassi a quelli più elevati.

comportamento del progetto di figura 7, nel quale si impiegano due transistor NPN (TR1 - TR2). E cominciamo col supporre che la fotoresistenza FR sia immersa nel buio. Ebbene, per quanto in precedenza affermato e tenendo conto del prospetto analogico di figura 4, in tali condizioni la resistenza interna ad FR è massima, certamente in grado di ostacolare il flusso di corrente erogato dall'alimentatore VCC, la cui tensione deve rimanere compresa fra 12 Vcc e 14 Vcc. Dunque, rimanendo ostacolato il passaggio della corrente a causa della fotoresistenza FR, la base del transistor TR1 non riceve la corrente di polarizzazione attraverso il potenziometro R2, qualunque sia la posizione del suo cursore. Pertanto, TR1 rimane all'interdizione, ovvero non è conduttore ed il circuito di figura 7 si comporta come se al di là della resistenza R1 non vi fosse più alcun elemento o quasi. Ecco perché in tal caso la corrente può fluire attraverso le resistenze R4 ed R5 e polarizzare la base del transistor TR2, che diviene conduttore e può accendere la lampada LP, che rappresenta il carico di collettore di TR2.

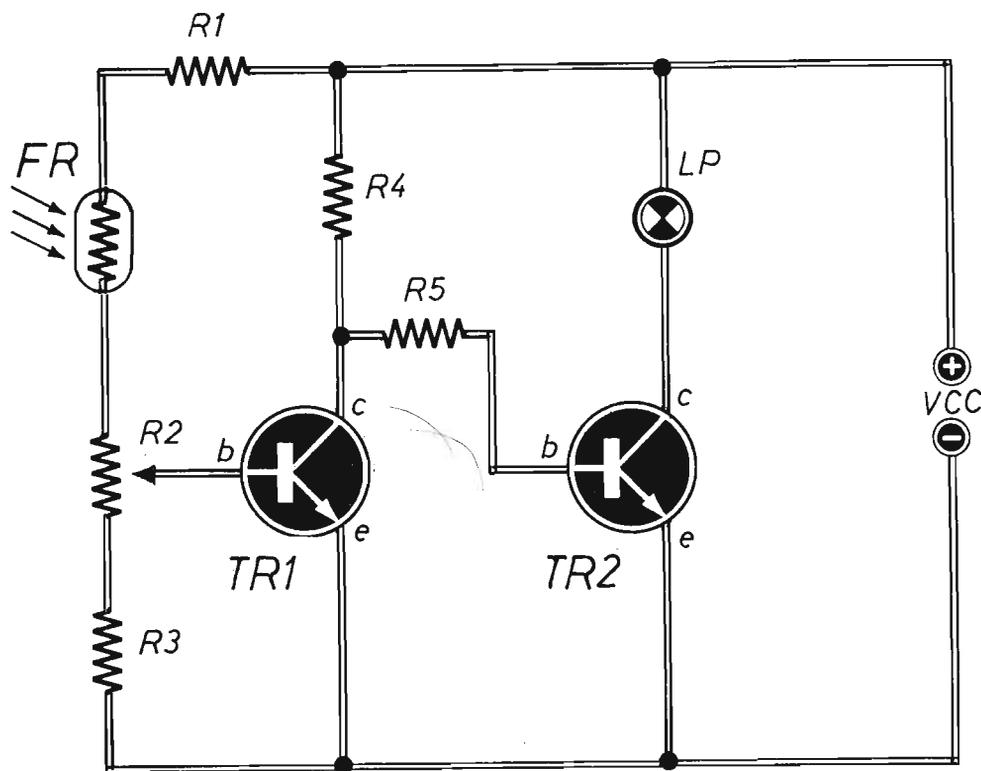



Fig. 7 - Dispositivo con il quale si possono ottenere le due condizioni elettriche di lampada LP accesa o spenta, a seconda che la fotoresistenza FR si trovi immersa nel buio o investita dalla luce.

COMPONENTI

Resistenze

R1 = 10.000 ohm - 1/2 W
R2 = 220.000 ohm (potenz. lin.)
R3 = 1.000 ohm - 1/2 W
R4 = 2.200 ohm - 1/2 W
R5 = 1.000 ohm - 1/4 W

Varie

TR1 = BC107
TR2 = 2N1711
FR = fotoresist. (quals. modello)
LP = lampadina (12 V - 50 ÷ 200 mA)
VCC = 12 Vcc ÷ 14 Vcc

Consideriamo ora la condizione elettrica opposta, quella in cui la fotoresistenza FR viene investita dalla luce e, conseguentemente, la lampada LP si spegne e rimane spenta.
Se si tiene a mente il prospetto di figura 4, tutti rammentano che, alla luce, la fotoresistenza FR presenta i suoi valori minimi di resistenza ohmmica interna; ciò significa che, con FR illuminata, la corrente promossa dal generatore VCC può ora circolare attraverso R1, FR, R2 ed R3. Ma quel che importa è che sulla base del transistor TR1 possa giungere la corrente di polarizzazione, in grado di attivare il semiconduttore, il quale avvia un flusso di corrente nel circuito collettore-emittore e resistenza R4, in virtù della quale la tensione, rilevata sul collet-

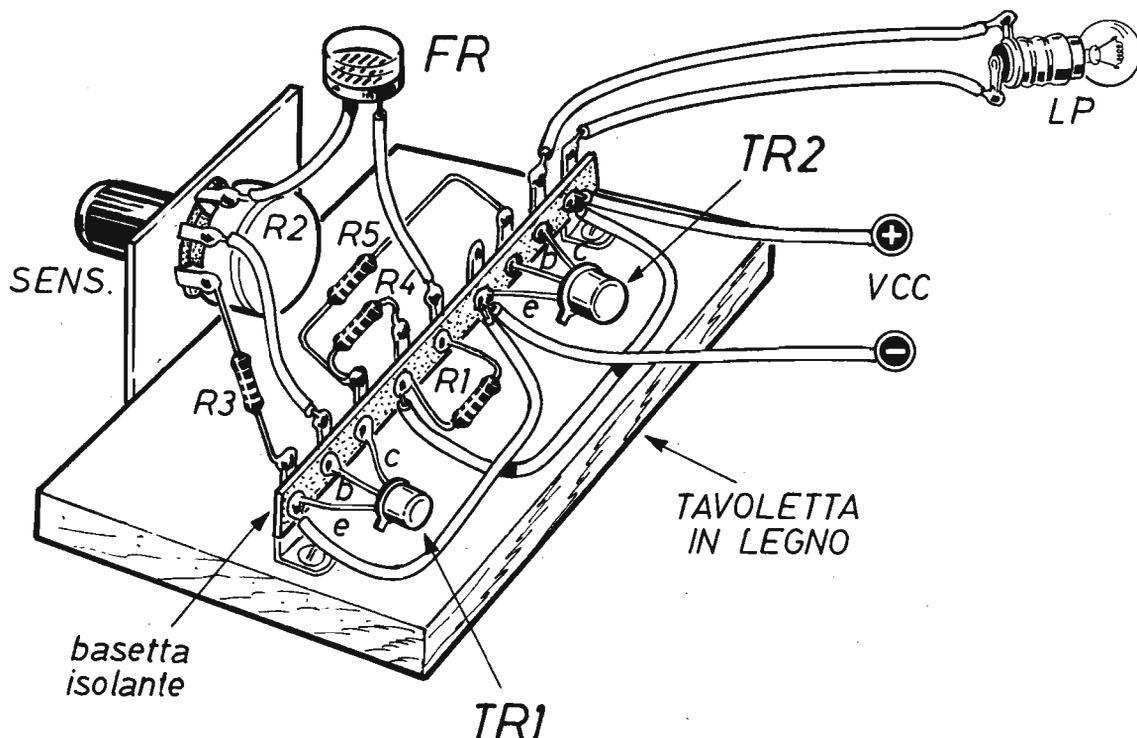



Fig. 8 - Il circuito teorico, pubblicato in figura 7, può essere realizzato nel modo qui illustrato, utilizzando una tavoletta di legno in veste di elemento di supporto. Ovviamente, per il corretto funzionamento del dispositivo, la fotoresistenza FR e la lampada LP debbono rimanere molto distanziate fra loro.

tore di TR1, è nulla. Ed è nulla pure quella sulla resistenza R5, che non può inviare corrente sulla base del transistor TR2, il quale rimane all'interdizione, cioè non entra in funzione e non conduce corrente fra collettore ed emittore e, ciò che ora importa, non alimenta il carico di collettore rappresentato dalla lampada LP, che in queste condizioni rimane spenta.
Naturalmente, i due casi ora esaminati sono quelli estremi di massima oscurità e luminosità. Ma si debbono considerare tutti i valori intermedi fra questi due, che possono essere in grado di far funzionare o bloccare il funzionamento della lampada LP, a seconda delle diverse correnti di polarizzazione dei transistor, più o meno sufficienti alla loro attivazione.
Con il potenziometro R2, che deve essere scelto fra i modelli a variazione lineare, nel valore di 220.000 ohm, si regola la sensibilità di comportamento del circuito di figura 7, ovvero si stabilisce su quale soglia debba scattare il funzionamento. Praticamente, con R7 si decide con quale entità luminosa debba accendersi o spegnersi la lampada LP.

MONTAGGIO CIRCUITALE

Poiché il progetto pubblicato in figura 7 ci è sembrato particolarmente semplice, utilizzabile in varie occasioni e ricco di spunti didattici, abbiamo ritenuto doveroso presentarne anche la versione costruttiva, che appare riportata in figura 8. Ma per la quale non conviene comporre alcun circuito stampato, se si considera il valore sperimentale del dispositivo. Che può essere

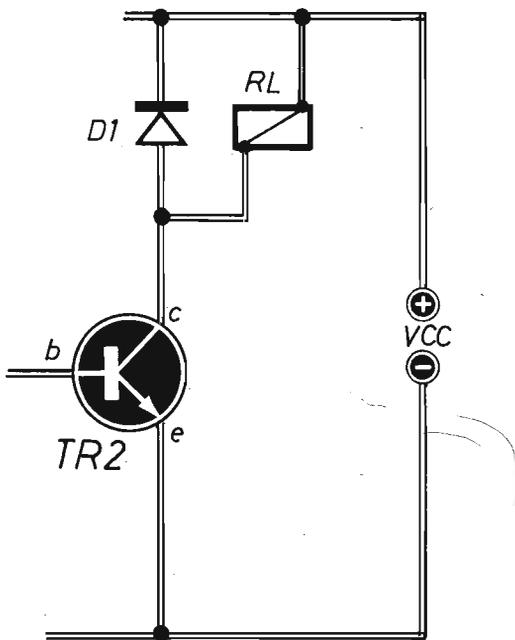



Fig. 9 - Coloro che, con il circuito pubblicato in figura 7, volessero pilotare un carico di ordine superiore a quello della semplice lampadina, dovranno apportare questa variante al progetto originale, sostituendo praticamente la lampadina con un relè.

realizzato su una tavoletta di legno, con funzione di supporto isolante, munita di una morsettiera a nove ancoraggi, sui quali si saldano a stagno i terminali dei due transistor, quelli delle quattro resistenze fisse R1 - R3 - R4 - R5 ed altri spezzoni di fili conduttori, come chiaramente segnalato nello schema di figura 8. Ricordiamo infatti che, con il sistema della morsettiera, si razionalizza il circuito e si irrigidiscono i conduttori.
I due transistor TR1 - TR2 sono di tipo molto comune e possono essere sostituiti con altri modelli equivalenti. Quelli da noi prescritti sono il BC107 ed il 2N1711. In entrambi l'elettrodo di emittore è facilmente individuabile, perché si trova da quella parte del semiconduttore in cui, nella zona metallica più bassa, è ricavata una linguetta guida. Successivamente si incontra l'elettrodo di base e, in posizione opposta a quella dell'emittore, si trova l'elettrodo di collettore; per ognuno dei tre elettrodi, nello schema di figura 8, è riportata la lettera iniziale "e" - "b" - "c".
Il montaggio del potenziometro R2, regolatore della sensibilità del dispositivo, si realizza tramite un supporto di lamiera opportunamente forato per l'inserimento del perno e per il fissaggio di alcune viti da legno che lo fanno aderire solidamente alla tavoletta supporto.
Concludiamo qui la descrizione della parte costruttiva del progetto di figura 7, ricordando che, nello schema pratico di figura 8, per semplicità di disegno, la fotoresistenza FR e la lampada LP si trovano assai vicine fra loro. Ma in sede di installazione dell'apparato questi due elementi debbono rimanere lontani, ovvero distanziati, perché la lampada LP non deve influenzare la fotoresistenza, con la sua luminosità, quando rimane accesa.
Per la fotoresistenza FR non è stato segnalato alcun modello specifico, dato che tutti possono venire utilizzati per il funzionamento del circuito di figura 7. Possiamo tuttavia consigliare il lettore di orientarsi verso le fotoresistenze più economiche e a bassa dissipazione, considerando che l'applicazione non è di carattere professionale, ma principalmente didattico.
Per quanto riguarda l'alimentatore VCC, la cui tensione può essere di valore compreso fra i 12 Vcc e i 14 Vcc, questo sarà rappresentato dal collegamento in serie di tre pile piatte da 4,5 V ciascuna, oppure da una batteria per auto da 12 Vcc. Chi è in possesso di alimentatore a tensione d'uscita variabile, potrà servirsi di questo apparecchio dopo averlo regolato sul valore di tensione d'uscita richiesto e prima citato, tenendo conto che la lampadina LP deve rimanere rappresentata da un modello funzionante a 12 V, con assorbimento di corrente di valore compreso fra 50 mA e 200 mA. Dunque, dall'eventuale alimentatore si deve poter assorbire una corrente massima di 200 mA.

VARIANTE CIRCUITALE

Coloro che, con il progetto di figura 7, volessero pilotare un carico di potenza assai superiore a quella della piccola lampada LP, dovranno sostituire il carico di collettore di TR2, ovvero la lampada LP, con un relè, nel modo segnalato dalla variante al circuito originale che abbiamo pubblicato in figura 9.

È ovvio che l'alimentazione rimane sempre la stessa, quella adottata per l'accensione della lampada LP, perché il circuito di potenza si applica sui terminali utili del relè, che sono completamente isolati dal circuito di comando. Tuttavia, lo stesso relè, che nella sua sezione elettromeccanica viene interessato dal funzionamento del dispositivo di pilotaggio, deve essere scelto fra i modelli alimentabili a 12 Vcc e con avvolgimento a 300 ohm.
La sola sostituzione della lampada LP con il relè RL, non è sufficiente per far funzionare regolarmente il progetto di figura 7. Perché essendo ora presente nel circuito un'induttanza, quella della bobina contenuta nel relè RL, i semiconduttori potrebbero rimanere danneggiati dalle eventuali formazioni di scintille, imputabili alle extracorrenti di apertura e chiusura circuitale. Questo, dunque, è il motivo per cui, in parallelo con il relè RL, si rende necessario l'inserimento del diodo al silicio D1, per il quale si prescrive il modello 1N4004. Che in sede di montaggio deve rimanere collegato nel pieno rispetto delle sue polarità. Il suo anodo, infatti, è rivolto verso l'elettrodo di collettore di TR2, il catodo verso la linea di alimentazione positiva del circuito.
Si tenga presente che il catodo del diodo al silicio D1 è facilmente individuabile, fra i due elettrodi del componente, per la presenza di un anellino stampato sul corpo del semiconduttore, proprio in prossimità di questo elettrodo.

VENDITE ACQUISTI PERMUTE

Di questa Rubrica potranno avvalersi tutti quei lettori che sentiranno la necessità di offrire in vendita, ad altri lettori, componenti o apparati elettronici, oppure coloro che vorranno rendere pubblica una richiesta di acquisto od un'offerta di permuta.
Elettronica Pratica non assume alcuna responsabilità su eventuali contestazioni che potessero insorgere fra i signori lettori e sulla natura o veridicità del testo pubblicato. In ogni caso non verranno accettati e, ovviamente, pubblicati, annunci di carattere pubblicitario.
Coloro che vorranno servirsi di questa Rubrica, dovranno contenere il testo nei limiti di 40 parole, scrivendo molto chiaramente (possibilmente in stampatello).

VENDO videotel Philips nuovo ancora imballato, tutto compreso a L. 120.000.
PIRO ANTONIO - Via Angeli, 43 - 94010 ASSORO (enna) Tel. (0935) 667229 ore pasti

VENDO giochi e programmi utility su cassetta per Amstrad CPC 464 compreso corso di basic. Ogni programma costa L. 4.000. A chi acquista 4 programmi regalo 2 utility. Vendo un trasmettitore per radio libera di quartiere, usato pochissimo. Gamma di lavoro 88 ÷ 108 MHz F.M., potenza 2 W a L. 65.000. Vendo un preamplificatore d'antenna per radio e TV a L. 30.000.
BORTONE GIACOMO - Via Monte Tricorno, 4 - 81036 S. CIPRIANO D'AVERSA (Caserta) Tel. (081) 8925280 ore pasti

VENDO corso completo di elettronica radio TV della Radio Elettra. Schemari radio. Strumenti di misura. Libri. Componenti nuovi e surplus.
CONDITI PAOLO - Via Kennedy, 15 - 15055 PONTECURONE (Alessandria) Tel. (0131) 886493 ore pasti

VENDO valvole nuove con imballo originale e fascia di sigillo TFK di vari tipi.
BORGIA FRANCO - Via Valbisenzio, 186 - 50049 VAIANO (Firenze)

VENDO sistema MSX2 composto da: computer VG-8235 + stampante + joystick professionale + 13 video giochi + software vario a L. 1.000.000 (con modulo musicale "Music-Module") a L. 1.100.000.
MELITO LUCA A. - Tel. (0737) 2818 - (0733) 47724 ore pasti

IL SERVIZIO È COMPLETAMENTE GRATUITO

VENDO ricevitore Scanner FRG 9600 yaesu + convertitore onde corte FC965 OX + antenna Diamond larga banda amplificata. Tutto in perfette condizioni.
BOZZANO ALESSANDRO - Via Mellana, 4 bis - 12100 CUNEO Tel. (0171) 491406

VENDO computer VG 8020 MSK + registratore + Joystick + 200 giochi + modulo musicale con sequence-eco-campionatore, tutto a L. 350.000.
MERLO ROBERTO - Via Carlo Marx, 11 - 27020 GRAVELLONA LOMELLINA (Pavia) Tel. (0381) 95131

VENDO monitor colori 14 pollici con presa scart e RGB e/o computer MSX2 Toshiba e/o disk drive MSX Toshiba. Prezzo da concordare. Fuori Agrigento spedizione contrassegno.
LINO - AGRIGENTO - Tel. (0922) 598870

CERCO cuffia 2.000 ohm di impedenza. Pago bene.
DE LUIGI FRANCO - Via La Santa, 18 - 6962 VIGANELLO-LUGANO - CH

VENDO causa cambio computer Commodore 64 "old" + stampante grafica + drive + 2 registratori + interfaccia per 2 registratori + mouse + penna ottica + pudler + 4 joystick + cavo per video + 60 cassette + 30 dischi (utility e giochi) + geos integrato per mouse + porta dischi a L. 800.000.
SCARADOZZI DAVID - FALCONARA MARITTIMA (Ancona) Tel. (071) 910279 ore pasti

VENDO LX531 sirena elettronica completa altoparlante L. 30.000 + led sequenziali LX736 L. 15.000 + MK 102 microspia 88 ÷ 108 già tarato L. 10.000 + supertester 680G + transistor. Prezzo trattabile per l'acquisto in blocco.
MONNO EMANUELE - Via Firenze, 13 - 70050 S. SPIRITO (Bari) Tel. (080) 5531017 - 9/13 - 16/19,30

VENDO 4 casse acustiche vuote in multistrato da 20 mm (progetto ditta artigiana del settore), con pannello anteriore già forato per il montaggio dei seguenti altoparlanti: 1 woofer da 18", 2 Midrange da 12", 1 tweeter a tromba. Dimensioni: alt. cm 110, larg. cm 70, prof. cm 37. Adatte per discoteca, gruppi musicali, diffusione sonora di alta qualità. Prezzo L. 100.000 cadauna.
COZZI LUIGI - Via Parini, 7 - 20069 PESCHIERA BORROMEO - Milano Tel. (02) 5472906 (mattino fino alle 15)

CEDIAMO fotocopiatrice 3 M Segretary I I beta non funzionante a L. 50.000.
SEZIONE F.G.R. - P.za Cavour, 8 - 13100 VERCELLI Tel. (0161) 66104

ESEGUO montaggi circuiti stampati, kit in genere per ditte o privati. Massima serietà.
CORTESE GIUSEPPE - Via Barbania, 19 - 10080 RIVARA (Torino) Tel. (0124) 31758

VENDO eciclopedia "Scuola di Elettronica" 4 volumi, come nuova a L. 80.000.
CLEMENTE - Tel. (081) 7544675

VENDO tutti i modelli e potenze per uso scientifico, olografia, medicina o spettacolo. Visori all'infrarosso nuovi completi di faro infrarosso.
VERGINI FERDINANDO - Tel. (06) 9408754

VENDO scambio compro programmi d sistematica per C64. Inviare e/o richiedere lista gratuita. Garantisco risposta e massima serietà.
VALLOZZI PARIDE - Via Giro Uliveti - 66026 ORTONA (Chieti)

CERCO impedenza alta frequenza tipo Geloso 558 e trasformatore uscita push pull di OC72 per altoparlante 8 ohm. Cerco annate, fascicoli singoli, rivista Tecnica Pratica edita da Edizioni Cervinia - Milano.
COCCA LUCARELLI - Tel. (081) 7517960 ore 10-12

Piccolo mercato del lettore ● Piccolo mercato del lettore

Piccolo mercato del lettore ● Piccolo mercato del lettore

VENDO altoparlante 40 W con cassa autocostruita per chitarra L. 32.000. Amplificatore a pila autocostruito L. 28.000. Amplificatore 20 W L. 220.000.
PICCOLO RENATO Via N. Fabrizi, 215 - 65100 PESCARA Tel. (085) 30300

VENDO modulatore FM larga banda come nuovo, 15 W di potenza L. 600.000; decoder FM stereo scheda L. 150.000; ricevitore FM 88 ÷ 108 MHz professionale Akron L. 200.000.
RIPARBELLI PAOLO - V.le G. Carducci, 133 - 57121 LIVORNO

PER I VOSTRI INSERTI

I signori lettori che intendono avvalersi della Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute » sono invitati ad utilizzare il presente tagliando.

TESTO (scrivere a macchina o in stampatello)

______

______

______

______

______

______

Inserite il tagliando in una busta e spedite a:

ELETTRONICA PRATICA

- Rubrica « Vendite - Acquisti - Permute »
Via Zuretti, 52 - MILANO.

LA POSTA DEL LETTORE

Tutti possono scriverci, abbonati o no, rivolgendoci quesiti tecnici inerenti a vari argomenti presentati sulla rivista. Risponderemo nei limiti del possibile su questa rubrica, senza accordare preferenza a chicchessia, ma scegliendo, di volta in volta, quelle domande che ci saranno sembrate più interessanti. La regola ci vieta di rispondere privatamente o di inviare progetti esclusivamente concepiti ad uso di un solo lettore.

IL PIANO DI MASSA

Una certa parte dei progetti da voi presentati sulla rivista, ma soprattutto quelli interessati da segnali a radiofrequenza, debbono essere realizzati su un piano di massa. La cui funzione, almeno per un principiante come me, non si è mai rivelata troppo chiara. Infatti, se si tratta di comporre una valida schermatura del circuito, questa a mio avviso rimane incompleta, giacché occorrono altre cinque superfici per costruire un completo contenitore metallico, certamente in grado di svolgere le mansioni della classica gabbia di Faraday. E quando è già presente la custodia esterna di lamiera, il piano di massa non diventa un'inutile ripetizione tecnica? Concludo ricordando che, seguendo i vostri consigli, ovvero servendomi della superficie conduttiva collegata a massa, i risultati sono sempre stati ottimi. Ma proprio per questo vorrei approfondire l'argomento.

PRANDONI VITTORIO
Como

Riassumere in poche righe il comportamento di un cablaggio, realizzato con la tecnica del ground plane, ovvero del piano di massa, non è certamente un'impresa facile. Soprattutto se si vuole estendere l'analisi a tutte le gamme di frequenze interessate. Ma è possibile, invece, fissare alcune idee fondamentali. Per esempio, si può subito dire che la funzione del piano di massa è assolutamente attiva, mentre gli schermi elettromagnetici svolgono un ruolo passivo. Infatti, questi ultimi, sono semplicemente collegati a massa, a volte in un punto soltanto, laddove il primo viene utilizzato come via di ritorno di tutte le alimentazioni e dei vari segnali in gioco. E quando i collegamenti di andata vengono disposti a poca distanza dal piano di massa, i campi elettromagnetici, da questi provocati, generano, sul piano sottostante, un percorso parallelo a bassa induttanza. Pertanto, la corrente di ritorno, alternata ed impulsiva, segue esattamente, sul piano di massa, l'andamento del conduttore di andata sovrapposto. Si realizzano così dei collegamenti a bassissima induttanza, non facilmente ottenibili altrimenti, ed una spira ad area sottesa molto ridotta, se non proprio minima. Tali considerazioni interpretano pure la presenza di una particolare immunità ai disturbi, che agiscono, nella stessa misura, sia sui percorsi di andata come in quelli di ritorno, annullandosi reciprocamente. E ciò vale principalmente per i disturbi di natura elettromagnetica, contro i quali gli schermi elettrostatici poco possono fare.

MILLIVOLTMETRO ECONOMICO

Per realizzare il bilanciamento di apparati audioriproduttori, vorrei costruire un economico strumento di misura, in grado di valutare tensioni dell'ordine di alcune centinaia di millivolt.

RIGON MANILO
Verona

L'impedenza d'ingresso del circuito qui pubblicato è di 1 megaohm. Il tester va commutato nelle funzioni voltmetriche e sulla portata di 10 Vcc. Il potenziometro R2 va regolato in modo che FT amplifichi dieci volte. Ossia, quando in entrata viene applicata la tensione di 0,1 V, il tester deve segnalare la tensione di 1 V e quando la tensione applicata è di 1 V, il tester deve indicare 10 Vcc.

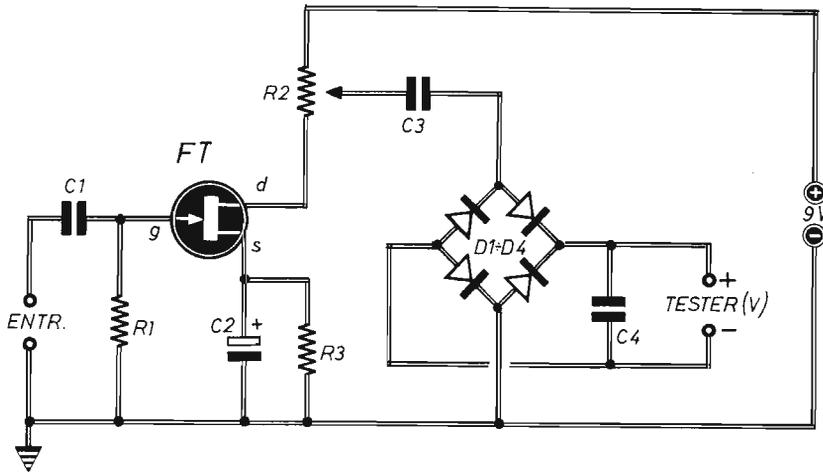
Condensatori
C1 = 100.000 pF
C2 = 4,7 μF - 16 Vl (elettrolitico)
C3 = 1 μF (non polarizz.)
C4 = 2.200 pF

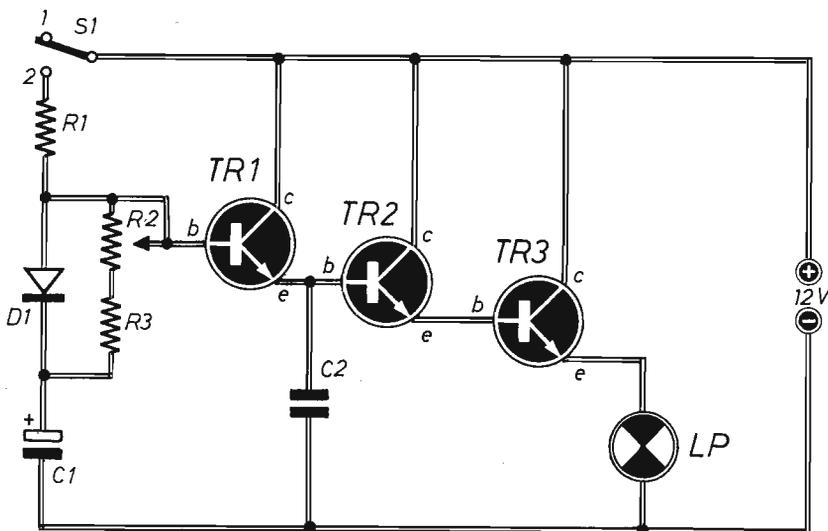
SPEGNIMENTO LENTO

Dovrei comandare una lampadina da 12 V - 5 W con un circuito in grado di spegnerla lentamente in un tempo possibilmente variabile.

GALESSO MARCELLO
Trani

In questo circuito, quando S1 è commutato in 2, la lampadina rimane sempre accesa, perché attraverso R1 i transistor sono tutti in saturazione. Commutando S1 in posizione 1, C1 cede lentamente la sua energia attraverso R2 - R3 e la lampadina si spegne lentamente in un tempo che dipende dalla capacità assegnata a C1 e dalla taratura effettuata con R2.

Condensatori
C1 = 10 μF - 24 Vl (elettrolitico)
C2 = 10.000 pF

Resistenze
R1 = 1 megaohm - 1/4 W
R2 = 10.000 ohm (potenz. lin.)
R3 = 3.300 ohm - 1/4 W

Varie
FT = 2N3819
D1... D4 = diodi al germanio
ALIM. = 9 Vcc (stabilizz.)

Resistenze
R1 = 10.000 ohm - 1/2 W
R2 = 10 megaohm (trimmer)
R3 = 100.000 ohm - 1/4 W

Varie
TR1 = BC108
TR2 = 2N1711
TR3 = TIP 3055
LP = lampada (12 V - 1 W ÷ 5 W)
S1 = deviatore
ALIM. = 12 Vcc

PROVAQUARZI

Capitandomi spesso di controllare ricetrasmettitori quarzati, mi servirebbe un semplicissimo dispositivo in grado di verificare, sia pure grossolanamente, l'integrità e la funzionalità dei cristalli.

AMATI STEFANO
Roma

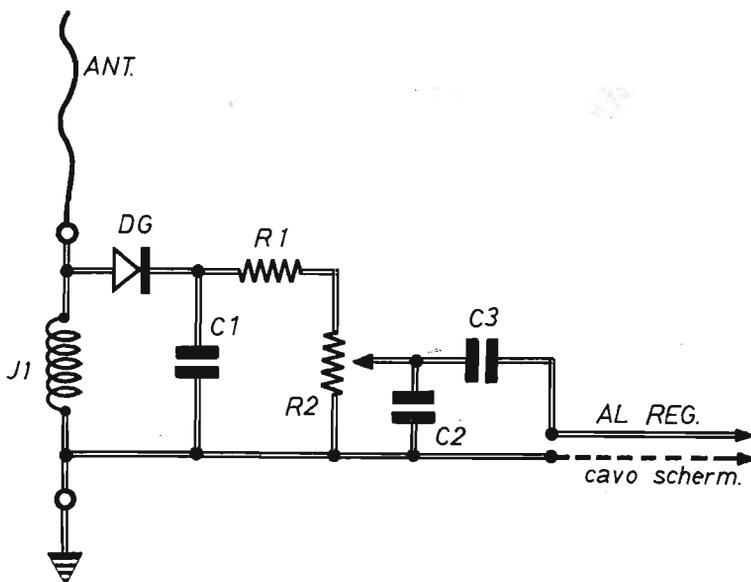
Inserendo il quarzo sulle prese A - B, il diodo led DL si accende soltanto se questo è in buono stato; se il quarzo non funziona, il led rimane spento.

Condensatori	Resistenze	Varie
C1 = 100 pF (ceramico)	R1 = 47.000 ohm - 1/4 W	TR1 = BC108
C2 = 1.000 pF (ceramico)	R2 = 22.000 ohm - 1/4 W	TR2 = BC177
C3 = 1.000 pF (ceramico)	R3 = 470 ohm - 1/4 W	DG1 - DG2 = diodi al germ. (quals. mod.)
C4 = 100.000 pF	R4 = 1.000 ohm - 1/4 W	DL = diodo led
C5 = 10.000 pF		P1 = pulsante (normal. aperto)
		ALIM. = 9 Vcc

AUTOASCOLTO

Da poco tempo sono entrato nella vasta schiera dei CB e vorrei controllare, riascoltandole, le mie emissioni. Chiaramente servendomi di un registratore. Come posso fare?

REDIVO LUCIANO
Bergamo

Deve captare, via aria, le sue trasmissioni ed applicare i corrispondenti segnali all'entrata del registratore con questo dispositivo, nel quale l'antenna è di tipo filare, della lunghezza di due metri circa. Con R2 si tara, una volta per tutte, il livello del segnale.

Condensatori

C1 = 4.700 pF
C2 = 4.700 pF
C3 = 1 µF (non polarizz.)

Resistenze

R1 = 1.000 ohm - 1/4 W
R2 = 10.000 ohm (trimmer)

Varie

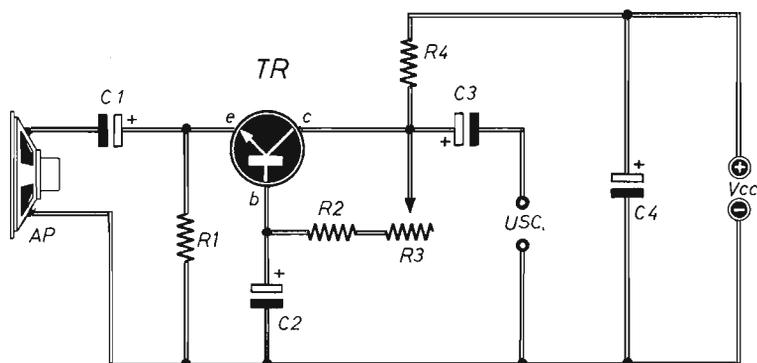
J1 = imp. RF (1 mH)
DG = diodo al germanio

P1
R1
TR1
b
c
e
C4
C5
DG1
DG2
C3
A
B
X
9 V
R2
C1
C2
R3
TR2
R4
a
DL
k

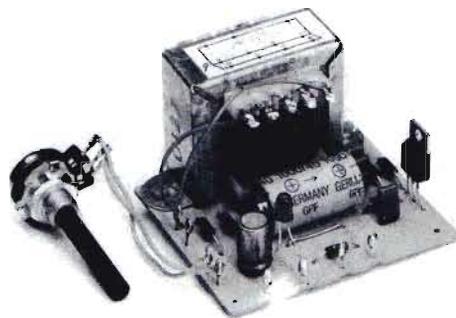
UN AP PER MICROFONO

Considerando che l'altoparlante è un componente reversibile, è possibile utilizzare questo come microfono? In caso affermativo, occorre realizzare qualche circuito di adattamento?

RASPA EUGENIO
Reggio Calabria

Il circuito applicativo è quello pubblicato qui accanto. Il trimmer R3 va regolato per la migliore riproduzione audio e l'alimentazione può essere derivata da una o più pile, con tensione compresa fra i 6 Vcc e i 12 Vcc.

Condensatori
C1 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C2 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C3 = 10 µF - 16 Vl (elettrolitico)
C4 = 100 µF - 16 Vl (elettrolitico)

Resistenze
R1 = 100 ohm - 1/4 W
R2 = 1 megaohm - 1/4 W
R3 = 2 megaohm (trimmer)
R4 = 4.700 ohm - 1/4 W

Varie
TR = BC108
AP = altoparlante (8 ÷ 50 ohm)
VCC = 6 ÷ 12 Vcc

AMPLIFICATORE CC

Con una corrente di valore massimo di 1 mA, proveniente da un circuito TTL, vorrei pilotare un amplificatore in continua, in grado di alimentare una lampadina da 6 V - 1 W, con la tensione di 5 Vcc.

PANZERI ROBERTO
Livorno

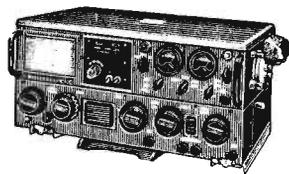
Nel circuito abbiamo inserito il diodo al silicio D1, allo scopo di elevare le prestazioni del dispositivo che, in sostituzione della lampada LP, può comandare un relè, un motore passo passo ed altro ancora.

TR1 = BC107
TR2 = 2N1711
D1 = 1N4004
R1 = 10.000 ohm - 1/2 W
R2 = 100 ohm - 1/2 W
LP = 6V - 3W
ALIM. = 5 Vcc

TRASMETTITORE SURPLUS

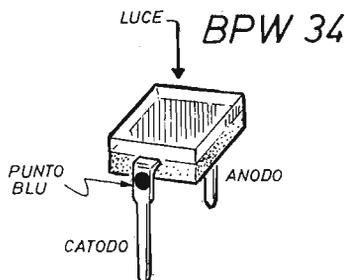
Un amico mi consiglia l'acquisto di un trasmettitore di provenienza surplus recante la sigla AN-ART 13. Potete dirmi di che apparato si tratta e quali sono le sue principali caratteristiche?

PEGORARO GIORDANO
Brescia

È un ottimo trasmettitore in CW e in AM (fonia), il cui prezzo può oscillare fra le 100.000 e le 200.000 lire. Il grosso problema sollevato dall'impiego di questo dispositivo sta nell'alimentazione (1.250 ÷ 2.000 V), che può essere assai pericolosa se l'operatore non è persona esperta. Le frequenze di lavoro si estendono fra i 1.000 e i 18.100 KHz. La potenza d'uscita è di 200 W.

FOTODIODO BPW 34

Gradirei conoscere le caratteristiche elettriche del fotodiodo modello BPW 34.

GRANDI RENZO
Orvieto

La superficie fotosensibile del semiconduttore misura 7,5 mm². La tensione d'uscita, con illuminazione di 1.000 lux, è di 350 mV. La massima sensibilità all'infrarosso vale 940 nm. L'elettrodo di catodo si differenzia da quello di anodo per la presenza di un puntino di color blu o nero.

REGOLATORE DI LUMINOSITÀ

Mi trovo in possesso di un triac 40669 della RCA, con il quale vorrei realizzare un semplice regolatore di luminosità, da applicare in un locale isolato, dove non ci sono problemi di irradiazione di segnali disturbo.

VERGA ILARIO
Alessandria

Realizzi questo circuito in cui sono citati i valori dei componenti. Il diac può essere di qualunque tipo. Con il potenziometro si regola la luminosità della lampada o di più lampade, con assorbimenti fino a 2 A.

offerta speciale!

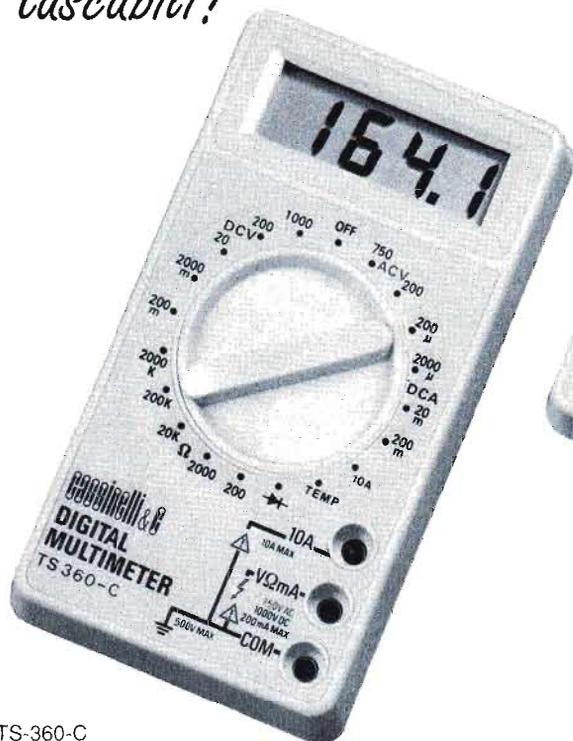
NUOVO PACCO DEL PRINCIPIANTE

Una collezione di dieci fascicoli arretrati accuratamente selezionati fra quelli che hanno riscosso il maggior successo nel tempo passato.

L. 15.000

Per agevolare l'opera di chi, per la prima volta è impegnato nella ricerca degli elementi didattici introduttivi di questa affascinante disciplina che è l'elettronica del tempo libero, abbiamo approntato un insieme di riviste che, acquistate separatamente verrebbero a costare L.5.000 ciascuna, ma che in un blocco unico, anziché L.50.000, si possono avere per sole L. 15.000.

Richiedeteci oggi stesso IL PACCO DEL PRINCIPIANTE inviando anticipatamente l'importo di L. 15.000 a mezzo vaglia postale, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

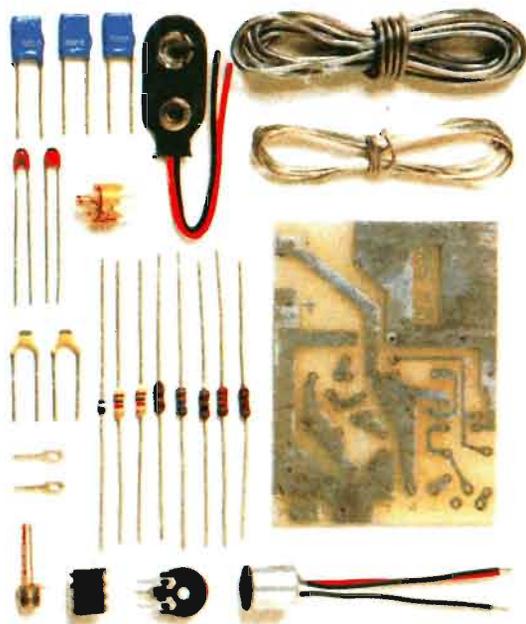
STRUMENTI DI MISURA

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

MICROTRASMETTITORE FM 52 MHz ÷ 158 MHz

IN SCATOLA DI MONTAGGIO

L. 24.000

Funziona anche senza antenna. È dotato di eccezionale sensibilità. Può fungere da radiomicrofono e microspia.

L'originalità di questo microtrasmettitore, di dimensioni tascabili, si ravvisa nella particolare estensione della gamma di emissione, che può uscire da quella commerciale, attualmente troppo affollata e priva di spazi liberi.

CARATTERISTICHE

EMISSIONE	: FM
GAMME DI LAVORO	: 52 MHz ÷ 158 MHz
ALIMENTAZIONE	: 9 Vcc ÷ 15 Vcc
ASSORBIMENTO	: 5 mA con alim. 9 Vcc
POTENZA D'USCITA	: 10 mW ÷ 50 mW
SENSIBILITÀ	: regolabile
BOBINE OSCILL.	: intercambiabili
DIMENSIONI	: 6,5 cm × 5 cm

La scatola di montaggio del microtrasmettitore, nella quale sono contenuti tutti gli elementi riprodotti qui sopra, costa L. 24.000. Per richiederla occorre inviare anticipatamente l'importo a mezzo vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 intestato a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.